

298762 10

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUOLA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

PLANTEL ARAGON

Diseño y Fabricación Horno Continuo
de Curado de Pintura

Tesis Profesional que para Obtener el
Titulo de:

Ingeniero Mecánico Electricista

Especialidad en el Area Mecánica

Presenta:

Rogelio Caballero Mejia

Dirección de Tesis:

Ing. Federique Jáuregui Renaud

México, 2001



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DISEÑO Y FABRICACIÓN

HORNO CONTINUO

PARA CURADO

DE

PINTURA

Agradecimientos

Solo quiero decir que esta tesis es para todas aquellas personas que confiaron en que yo lograría terminar la carrera, no quiero omitir a ninguna persona pero sé que en cuanto vean esta tesis cada una sabrá cuanto aprecio la fe que tuvieron en mi.

Contenido

Índice.

Justificación.

Introducción.

Alcance.

Generalidades sobre homós de curado de pintura.

Selección y procedimientos de diseño.

Fabricación.

Conclusiones.

Anexos.

Bibliografía

Índice

	Pag.
Justificación.	5
Introducción.	6
Alcance.	
Campo de aplicación.	7
limitaciones.	9
1. - Generalidades sobre hornos industriales.	10
1.1- Utilización de los hornos industriales.	13
1.2. Clasificación.	22
1.3. - Características.	26
1.4. - Partes y componentes.	31
1.5. - Materiales de construcción.	38
1.6. - Pruebas a hornos industriales.	42 ₂

2. - Selección y procedimientos de diseño. *	57
2.1. - Tipo de horno a fabricar de acuerdo a las necesidades del cliente.	65
2.2. - Calculo del tamaño del horno.	67
2.3. - Memoria de calculo.	72
2.4. - Selección de partes y componentes del horno.	79
2.5. - Dibujos generales del horno de curado de pintura.	101
3. - Fabricación.	105
3.1. - Secuencia de fabricación.	107
3.2. - Fabricación del estructural.	110
3.3. - Fabricación de paneles.	116
3.4. - Fabricación del cuerpo y la cámara de combustión.	121
3.5. - Fabricación de ductos.	125
3.6. - Fabricación del tablero de control.	136

Conclusiones.	143
Anexos.	146
Anexo a (tablas)	149
Anexo b (graficas)	155
Bibliografía.	157

Justificación

El avance industrial que sé a estado dando en nuestro país y en todo el mundo en general, a sí como la necesidad de aumentar la productividad en nuestras empresas, con el fin de reducir costos para ser más competitivos y poder así responder a la gran demanda que día a día crece, ofreciendo productos de calidad a bajo costo y tiempos de entrega relativamente cortos. Por tales motivos es de vital importancia desarrollar procesos altamente productivos, utilizando tecnología de punta para así poder permanecer un largo tiempo en el mercado no solo nacional sino también en los mercados internacionales.

La necesidad de encontrar recubrimientos que nos permitan mantener nuestros equipos, instrumentos, utensilios, etc. en buenas condiciones nos ha llevado a desarrollar una gran gama de procesos enfocados a la durabilidad de cualquier pieza en general, en esta publicación presento el desarrollo de fabricación de un horno para curado de pintura o polimerizado, con el cual podemos efectuar este proceso de curado de pintura para el mantenimiento y durabilidad de cualquier pieza.

Con las nuevas tecnologías en quemadores, y recubrimientos que nos permiten un aislamiento efectivo, es posible diseñar y fabricar hornos de alta eficiencia, que permite reducir los costos de producción y obtener una alta calidad en nuestro proceso.

Por todo lo anterior es de gran rentabilidad el fabricar un horno de estas características ya que la demanda de maquila aumenta diariamente, ganando terreno a los demás tipos de recubrimiento.

Introducción

Este trabajo esta enfocado al diseño, selección y fabricación de un horno tipo continuo para curado de pintura, la función principal del horno será la transmisión de calor a las piezas que procesaremos.

Este horno será capaz de satisfacer todas las necesidades del cliente ya que será fabricado con los equipos y materiales de vanguardia, dando como resultado una inversión factible para todos aquellos empresarios que requieren de un equipo como el que presento aquí, con el cual le podrá dar a sus productos alta calidad, durabilidad y presencia agradable a los consumidores.

Los cálculos de diseño serán introducidos como una guía para la selección de materiales, equipos de combustión, ventilación, etc. contará también con ilustraciones, tablas y gráficas que nos servirán como apoyo para la realización del proyecto de fabricación.

Alcance

Campo de aplicación.

La amplia cantidad de hornos que existen, contiene ciertas características entre sí, de tal manera que tendremos que delimitarnos a aquellos que solo se utilizan para impartir calor a la carga para elevar la temperatura de ésta. Estos hornos también son llamados de calentamiento de metales, dentro de éstos encontramos los hornos para curar pintura, en éste proceso la temperatura desempeña un papel de gran importancia para obtener buenos resultados que satisfagan las necesidades del cliente.

Existe una gran variedad de productos que requieren este tipo de procesos para obtener mejoras, no solo en su durabilidad, sino también en su presentación, como por ejemplo, en la industria automotriz, eléctrica, de electrodomésticos, etc.

Un horno con las características que veremos más adelante, es de gran rentabilidad por sus diseños y que evolucionan con las nuevas tecnologías que se aplican para una mejora continua en todos los aspectos como por ejemplo, lograremos reducir en un gran porcentaje el consumo de gas, gracias a una buena selección del quemador y diseño de la cámara de combustión, logrando también una alta seguridad en la utilización de éste por medio de un buen diseño de control y también se conseguirá reducir los costos de mantenimiento debido a la buena selección de los materiales de construcción.

Actualmente se ha visto una revolución en los procesos de recubrimientos, dado que los costos de producción de algunos de estos son demasiado caros y nada factibles para los fabricantes de piezas que requieren ser pintadas, por este y otros motivos relacionados con la calidad de los productos, se ha incrementado el curado de pintura, ya que resulta más económico y con buena calidad el pintar con este método.

La industria automotriz fue una de las primeras empresas que implemento este tipo de recubrimiento para sus chasis y carrocerías, aun ahora siguen buscando tecnología de punta con la cual logren obtener una mejora continua en su proceso.

Otra industria que requiere de estos hornos es la eléctrica, ya que la caja para tableros, centros de carga, tapas, etc., requieren de una pintura para su venta al publico. Existen muchísimas empresas mas en las cuales la aplicación de este tipo de recubrimiento es esencial para sus piezas.

Limitaciones.

La tecnología para fabricar uno de estos hornos esta basada en los componentes que se fabrican en otros países mas avanzados (equipos de combustión, acero inoxidable, aceros especiales, instrumentos de control, etc.), por esta razón, nos encontramos limitados por los tiempos de entrega de los componentes y sus costos.

Por otro lado los clientes deben contar con los recursos necesarios para el financiamiento de estos proyectos, ya que para recuperar la inversión deben esperar entre 12 y 18 meses de producción continua aceptable.

Limitaciones.

La tecnología para fabricar uno de estos hornos esta basada en los componentes que se fabrican en otros países mas avanzados (equipos de combustión, acero inoxidable, aceros especiales, instrumentos de control, etc.), por esta razón, nos encontramos limitados por los tiempos de entrega de los componentes y sus costos.

Por otro lado los clientes deben contar con los recursos necesarios para el financiamiento de estos proyectos, ya que para recuperar la inversión deben esperar entre 12 y 18 meses de producción continua aceptable.

CAPITULO 1

1. - Generalidades sobre hornos industriales



figura n° 1

La historia nos lleva a los inicios de la humanidad donde el descubrimiento del fuego es el principio. El hombre a través del tiempo comienza a proponer una gran cantidad de aplicaciones para este elemento tan indispensable para la supervivencia de los seres humanos, dentro de estas aplicaciones se encuentra la de calentar una materia prima para su procesamiento.

Dentro de la inmensidad industrial, los hornos ocupan un lugar relevante en muchos procesos que generan satisfactores para la población mundial, desde una simple cuchara hasta recipientes que almacenan materiales peligrosos, esto nos forma una imagen de la importancia que tienen.

Entendemos por hornos industriales los equipos o dispositivos utilizados en la industria, en los que se calientan las piezas o elementos colocados en su interior por encima de la temperatura ambiente. El objeto de este calentamiento puede ser variado, por ejemplo:

- Fundir.
- Ablandar para una operación de conformado posterior.
- Tratar térmicamente para impartir determinadas propiedades.
- Recubrir las piezas con otros elementos, operación que se facilita frecuentemente operando a temperaturas superior a las del ambiente.

hay que señalar que esta definición, aparentemente clara, no lo es tanto en la practica, ya que es frecuente utilizar otros términos tales como:

1. - estufas, para hornos que operen a baja temperatura pero sin definir éstas, normalmente hasta 500°C. en realidad el término estufa se aplica a un determinado tipo de construcción con doble o triple calderería (la exterior, la intermedia para sujetar el aislamiento y la de canalización del aire o humos). Sin embargo, este tipo de construcción se aplica cada vez más a mayores temperaturas, invadiendo claramente el campo tradicional de lo que se entendía por hornos industriales. Por otro lado, se sigue denominando horno de revenido a un equipo que realiza este tratamiento aun que sea a 180°C (muy frecuentes en piezas de automóvil cementadas y templadas) y aunque su diseño sea idéntico al tradicional de una estufa.

A pesar de esto se utiliza la denominación de estufas cooper para los precalentadores de aire en los hornos altos que operan a altas temperaturas.

2. - secadores (también denominados, cuando se realiza por elevación de la temperatura, estufa de secado. La temperatura de secado puede ser elevada y adoptar una técnica de construcción similar a la de los hornos.

3. -baterías de coque son las series de hornos en forma de celda utilizada en la producción de cook, requerido, por ejemplo en los altos hornos apartir de carbón de hulla (hulla coquizable).

4. -arcas de recocer en la industria del vidrio.

5. -incineradores, equipos destinados a la combustión y eliminación de residuos.

Para evitar ambigüedades en este estudio denominaremos hornos a todos aquellos equipos o instalaciones que operan, en todo o en parte del proceso, a temperatura superior al ambiente, realizándose el calentamiento de forma directa sobre las piezas (inducción, pérdidas dieléctricas, resistencias propias) o de forma indirecta por transmisión de calor de otros elementos (resistencia eléctrica, tubos radiantes eléctricos o de combustión, hornos de llamas, etc.) o de las paredes refractarias interiores).

Únicamente consideramos los hornos industriales, es decir los utilizados en todo tipo de industria, dejando fuera los hornos domésticos, por ejemplo. deben incluirse, sin embargo, en este campo aquellos elementos que no pueden denominarse propiamente hornos, pero que tienen relación directa con lo mismos, como por ejemplo:

- Tanques de temple en agua, aceite, sales fundidas.
- Generadores de atmósferas controladas, bien con cámaras a temperaturas superiores a el ambiente (exotérmica y endotérmica de propano, disociadores de amoníaco, exotérmicas de amoníaco, etc.) bien por simple mezcla de determinados gases y líquidos (nitrógeno con hidrógeno, propano, gas natural, metanol, etc..)

La energía calorífica requerida para el calentamiento de los hornos puede proceder de:

- Gases calientes producidos en la combustión de combustibles sólidos, líquidos o gases que calientan las piezas por contacto directo entre ambos o indirectamente a través de tubos radiantes o intercambiadores en general.
- Arco voltaico de corriente alterna o directa.
- Inducción electromagnética.
- Alta frecuencia en forma de di-electricidad o microondas.
- Resistencia óhmica directa de las piezas.
- Resistencias eléctricas dispuestas en el horno que se calientan por efecto joule y ceden calor a la carga por diversas formas de transmisión de calor. A los hornos industriales que se calienten por este medio se les denominan hornos de resistencias.
- Otras menos utilizadas actualmente en la industria, tales como haz de electrones, plasma y láser.

1.1- Utilización de hornos industriales.

El término hornos industriales, tal como se aplica en esta tesis, abarca solo aquellos en los que se imparte el calor a la carga para elevar la temperatura de ésta, sin que se pretenda tenga lugar ninguna reacción química o cambio de estado, tal como fusión o vaporización.

Tales hornos pueden también ser denominados:

< Hornos de calentamiento de metales >. En el trabajo de los metales, la temperatura desempeña un papel de gran importancia. Las temperaturas elevadas vuelven más blandos a la mayoría de los metales, capacitándolos para las operaciones de deformación por flexión, forja, estampación extrusión o laminación. Las temperaturas todavía más elevadas funden los metales y también eliminan la acritud de los mismos; el proceso de calentamiento de los metales con este fin, enfriando después de modo que no se produzca ninguna deformación, se conoce como recocido. La elevación de la temperatura por encima de un cierto punto crítico, seguida de un enfriamiento brusco, vuelve al acero mas duro y resistente pero con una ductilidad menor. Un nuevo calentamiento a una temperatura inferior al punto crítico disminuye la dureza y aumenta la ductilidad. Se conoce como tratamiento térmico el proceso completo que tiene por objeto producir unas propiedades físicas deseadas, controlando la estructura cristalina. Las subdivisiones del tratamiento térmico son muy numerosas e importantes. También se calientan los metales para absorber carbono. Como en el caso de la cementación o para cambiar el estado de los compuestos de carbono, como en el recocido de piezas de fundición maleable.

El calentamiento de los metales, cualquiera que sea su objeto, se realiza en hornos, que se denominan común mente hornos de calentamiento, hornos de recalentamiento, hornos de recocido, Hornos de tratamiento térmico y hornos de curado. la fusión de los metales y del vidrio, el vitrificado de los productos cerámicos y pinturas electrostáticas, la coquificación del Carbón, la destilación del zinc y muchos otros procesos, para los que se aporta calor, se realizan también en hornos que sirven en la industria.

Las operaciones industriales abarcan una amplia gama de temperaturas, las cuales dependen del material a calentar y también (para un material dado) del objeto del proceso de calentamiento y de las operaciones subsiguientes. La tabla # 1 contiene con cierta aproximación las temperaturas de calentamiento de algunos materiales y procesos. En cualquier proceso de calentamiento, la temperatura del horno supera siempre a aquella a la que ha de calentarse la carga.

A continuación se muestran las ocupaciones más comunes de los hornos industriales, así como las temperaturas correspondientes de los materiales y sus procesos.

Proceso	temperatura a la que se calienta el material °c
SECADO DE ALAMBRE DE ACERO	149
SECADO DE LACAS	149
LAQUEADO	84-232
CURADO DE PINTURA ELECTROSTÁTICA EN POLVO	180-240
PAVONADO	260
ESTAÑADO EN BAÑO CALIENTE	260
REVENIDO EN CALIENTE	260
REVENIDO DE ACEROS RÁPIDOS	332
RECOCIDO DE ALUMINIO	398
CRACKING DEL PETRÓLEO BRUTO	398
CALENTAMIENTO DE ALUMINIO PARA LAMINACIÓN	454
NITRURACIÓN DEL ACERO	510
RECOCIDO DEL LATÓN	538
RECOCIDO DEL VIDRIO	621
RECOCIDO DEL COBRE	621
RECOCIDO DE ALPACA	649
ESMALTADO, PROCESO EN HÚMEDO	649

NORMALIZADO	649-704
RECOCIDO DE BANDAS LAMINADAS EN FRÍO	676-760
PORCELANADO PARA DECORACIÓN	760
CALENTAMIENTO PARA LAMINACIÓN DE LATONES	787
RECOCIDO DE CHAPAS Y ALAMBRES DE NÍQUEL	799
RECOCIDO DE LOS ACEROS CON ALTO CONTENIDO DE CARBÓN	815
TRATAMIENTO TÉRMICO DEL ACERO MEDIO	843
TEMPLE ISOTÉRMICO DE ALAMBRE	871
RECOCIDO EN CAJAS DE CHAPAS FINAS DE ACERO	871
ESMALTADO VÍTREO DE CHAPA DE ACERO	890

tabla # 1

También clasificamos los campos de aplicación por los diferentes tipos de industrias con una indicación somera de los hornos utilizados o de las operaciones realizadas con los hornos:

1. Industria siderúrgica que comprende básicamente.

- Hornos altos de reducción de mineral de hierro.
- Mezcladores de arrabio calentados por llamas o inducción.
- Convertidores de acero.
- Hornos de acero para fusión de chatarra.
- Hornos de fusión por inducción de chatarra.
- Hornos de recalentar para operaciones de laminación, forja, extrusión, de muy diferentes tipos.
- Hornos de tratamiento térmico de barras, redondos, chapas, perfiles, bobinas, etc.

2. Industria del aluminio que incluye en líneas generales.

- Celdas de electrólisis ígnea para transformar alúmina en aluminio fundido.
- Hornos de fusión y mantenimiento, a partir de chatarra o aluminio fundido.
- Hornos de recalentar placas o redondos para laminación o extrusión.
- Hornos de tratamientos térmicos, fundamentalmente recocido, pero también solubilización, maduración o envejecimiento.
- Equipos auxiliares, tales como: atmósferas controladas para tratamientos térmicos, precalentadores de matrices para extrusión, precalentadores de chatarra, hornos de tratamiento térmico de utillajes, etc.
- Incluimos en este campo, no solo las aleaciones de aluminio, sino también el magnesio y sus aleaciones que denominamos metales ligeros en general.

3. Industria del cobre y sus aleaciones que denominamos en general metales no férricos pesados, tales como bronces, latones, cuproníqueles, alpacas, etc. comprende básicamente.

- hornos de reducción de minerales
- Hornos de fusión de chatarra del tipo reverbero o crisol.
- Horno de recalentamiento para la laminación, forja, extrusión, o estampación.
- Hornos de tratamientos térmicos, fundamentalmente recocidos y del tipo adecuado al producto a tratar.
- Equipos auxiliares, tales como: atmósferas controladas o vacío, equipos de barnizado o esmaltado de hilos de cobre, etc.

4. Industria de automoción que incluye la fabricación de coches, camiones, tractores, motocicletas y bicicletas. Es, tal vez, el campo de aplicaciones más variado y que exige mayor número de unidades y mayor sofisticación en los hornos, aunque su importancia económica sea inferior a la de otros campos. Distinguiremos en este campo:

- Hornos de fusión de metales férricos y no férricos.
- Hornos de tratamientos térmicos, de todos los tipos posibles prácticamente, dada la gran variedad de piezas existentes.
- Hornos de preparación y pintados de carrocerías, de gran valor económico.
- Instalaciones auxiliares, tales como: generadores de atmósferas controladas, tanques de temple, cámaras de enfriamiento, desengrasadores y hornos de lavado y secado, etc.

5. Fundiciones, tanto de metales férricos (fundición en todas sus variedades y acero moldeado). Como de metales no férricos (pesados, cobre, sus aleaciones, y ligeros, aluminio y sus aleaciones). Distinguiremos fundamentalmente:

- Hornos de fusión y mantenimiento.
- hornos de tratamientos térmicos, continuos e intermitentes, de los tipos adecuados a la producción, forma de las piezas, temperatura requerida, etc.
- Equipos auxiliares, tales como hornos de secado de moldes y machos y, en alguna proporción, también atmósferas controladas.

6. Industria de productos manufacturados, amplio cajón de sastre donde se incluyen la fabricación de materiales eléctricos (transformadores y motores sobre todo), la industria de electrodomésticos (fundamentalmente la serie blanca), los talleres de calderería, la fabricación de piezas mecánicas, la industria de la máquina - herramienta, la industria electrónica, etc.

Puede incluir hornos de todos los tipos y para prácticamente todas las aplicaciones; se citan a continuación únicamente algunos ejemplos:

- Hornos de recocido de chapa magnética.
- Hornos de soldadura brillante de pequeñas piezas.
- Horno de sinterizado y, en general, todos los utilizados en pulvimetalurgia.
- Grandes hornos de recocido para eliminación de tensiones de piezas fundidas y soldadas.
- Instalaciones completas formadas por varios hornos para tratamiento de herramientas.
- Hornos de recocido de bancadas de maquinas – herramientas.
- Hornos de fusión de hidrógeno en semiconductores.
- Hornos de secado al vacío de derivados de transformadores.

7. Industria química, en la que incluimos la petroquímica y la farmacéutica. citaremos como ejemplos en este campo:

- Hornos de fabricación de ferro aleaciones (Fe-Si, Fe-Mn, Si-Mn, Fe-W, Fe-Mo, Fe-Ti, Fe-V, etc.), incluyéndose en este apartado, por la gran semejanza del procedimiento, la fabricación del silicio metal, carburo de calcio, etc.
- Hornos de reformado(reforming) en la industria petroquímica.
- Hornos de esterilizado de productos medicinales.

8. Industria auxiliar, de gran importancia como usuaria de hornos industriales; entra de este campo la fabricación de reductores, rodamientos, bujías, accesorios de tubería, frenos, direcciones, etc. merecen mención especial los talleres de tratamiento térmico cuyos elementos de trabajo son únicamente hornos y equipos auxiliares
9. Industria cerámica y del vidrio, gran consumidora de energía, en ella incluimos la industria de fabricación del cemento, como elementos básicos citamos:
 - Hornos rotativos de fabricación de clinker en la industria del cemento.
 - Hornos continuos tipo túnel de fabricación de piezas cerámicas industriales y hornos intermitentes, por ejemplo para cerámica artística.
 - Hornos de fusión de vidrio y materiales cerámicos(materiales cerámicos fundidos y fibras cerámicas.
 - Hornos de tratamientos térmicos, fundamentalmente de vidrio, pero también, aplicable a piezas cerámicas.

Se pueden también plantear las aplicaciones de los hornos industriales en relación con el procedimiento o procesos utilizados. desde este punto de vista se clasifican de la siguiente forma:

1. Sinterizado y calcinación.

2. fusión y mantenimiento de:

- Metales férricos (fundición, acero, níquel, cromo, y aleaciones).
- Metales no férricos pesados(cobre, y aleaciones).
- Metales no férricos ligeros(aluminio, magnesio, y aleaciones).
- Metales preciosos y aleaciones.
- Otros metales y aleaciones.
- Vidrio y productos cerámicos.
- Materiales de goma y plástico.

3. Extracción por fusión.

4. Calentamiento de los materiales anteriores para:

- Laminación y trefilado.
- Extrusión.
- Forja.
- Estampación.
- Conformado en caliente.

5. tratamientos térmicos para los materiales citados:

- Recocido, normalizado, temple, revenido, homogeneizado, solubilización, maduración o envejecimiento, etc.
- Cementación, carbonitruración, nitrocarburation, nitruración, cianuración, descarburación, etc.

6. Otros procesos para materiales no metálicos, por ejemplo, vulcanizado de gomas y tratamientos de plásticos.

7. Recubrimiento de piezas metálicas y no metálicas que incluye:

- Galvanización.
- Estañado.
- Emplomado.
- Esmaltado.
- A base de polvos metálicos.
- De plásticos.
- Por medio de pinturas y barnices.

8. Secado o en general reducción del contenido de humedad.
9. Extracción de polvo que en algunos casos supone la utilización de hornos.
10. Procedimientos químicos en una variedad de tipos que resulta difícil resumir. citaremos la prerreducción y la reducción de minerales, de gran importancia en la industria metalúrgica, la tostación, calcinación, etc.
11. Otros procedimientos que engloban todos los no especificados en párrafos anteriores.

1.2. - Clasificación.

Los hornos para calentamiento se clasifican ordinariamente según:

- 1) El fin para el cual se calienta el material.
- 2) La naturaleza de la transmisión del calor a la pieza.
- 3) El modo como se calienta el horno.
- 4) El método de manipulación del material a través del horno.

Fin del calentamiento. Primordialmente se da una clasificación metalúrgica con respecto a la utilización, revenido, recocido, carburizado, cianurado, cementado, forjado, laminado, esmaltado, o para algún otro fin como es el curado de pintura o polimerizado.

Transferencia de calor. Las variedades principales de hornos son: reverbero. En los cuales el calor de los productos de combustión es transmitido al material ha calentar, con el que están en contacto directo, por convección y radiación directa desde los gases calientes o por radiación o reflexión desde las paredes calientes del horno; hornos de mufla. En los cuales el calor se transmite por conducción a través de una mufla metálica o refractaria que protege el material calentado de su contacto con los gases, y es luego transmitido por radiación del interior de la mufla al material calentado, el cual esta rodeado, a veces, por gases inertes para impedir que tenga contacto con el aire; los hornos de baños líquidos en los cuales se calienta una marmita metálica por su parte exterior o por inmersión. Esta marmita contiene un medio liquido para calentamiento o para conseguir algún proceso, que transmite el calor al material sumergido en él. Este tipo incluye los hornos de revenido a baja temperatura que usan aceite como medio de calentamiento, los hornos de templado que utilizan un baño de plomo, los hornos de templado y cianuración con baños de sales especiales y los hornos de galvanizado o estañado para recubrir el material calentado con zinc o estaño. La forma comúnmente aceptada de los hornos de mufla es el horno calentado por tubo radiante, en el cual el combustible se quema en tubos metálicos o refractarios que transmiten el calor a la carga por radiación.

Una forma importante de horno para temperaturas bajas (200°C.) es la del tipo de recirculación, en el cual el combustible es quemado en una cámara de combustión externa y el producto de dicha combustión, mezclado con el aire, se hace circular rápidamente a través de la cámara de calentamiento. Un desarrollo reciente es el calentamiento de convección forzada por medio de un gran número de chorros a alta velocidad. En el calentamiento de alta velocidad (o combustión modelada) se disponen los quemadores de mezcla previa para obtener una aplicación última del calor y, con una cabeza alta de temperatura, se realiza un calentamiento muy rápido.

Método de calentar el horno. Esta clasificación se aplica a los hornos de reverbero, e indica si el horno se calienta con fuego directo, por arriba, por abajo, o por tubos radiantes. Los métodos de calentamiento directo se utilizan cada vez más, debido a las mejoras en el diseño y control de los quemadores de gas, especialmente para temperaturas altas. En los hornos calentados por arriba los quemadores radiantes queman el combustible desde la parte superior y se encuentran arreglados en patrones con el fin de distribuir mejor la temperatura. El horno calentado por abajo es excelente para temperaturas comprendidas entre 400 y 1000°C., debido a que el material calentado queda protegido de las elevadas temperaturas del combustible ardiendo. La temperatura y la atmósfera puede ser controlada fácilmente, pero la temperatura se encuentra limitada, por la vida de los materiales refractarios, a un valor aproximado de 1000°C. en la actualidad muchos hornos se diseñan para emplearse con atmósferas protectoras especiales y requieren tubos radiantes para evitar cualquier contacto con los gases de combustión. Estos tubos quemadores de combustible, fabricados con aleaciones resistentes al calor, pueden colocarse en forma horizontal, a través del horno, por encima o por de bajo del material a calentar, o en forma vertical, sobre las paredes del horno.

Método de manipulación del material. En los del tipo de funcionamiento intermitente o por hornadas, el material que ha de calentarse se carga dentro del horno y permanece en la misma posición hasta que se saca después de que se haya calentado lo suficiente. En un horno continuo el material se mueve a lo largo de él por medios mecánicos que incluyen empujadores, transportadores de cadena, hogares con movimiento alternativo, hogares circulares rotatorios, vagonetas, vigas viajeras y hogares con rodillos. Los hornos continuos son dispositivos que ahorran principalmente mano de obra y pueden o no economizar combustible.

La clasificación del tipo de horno que diseñaremos y fabricaremos consiste esencialmente de las necesidades del cliente que previamente fueron retomadas para la elección del tipo de horno que será más eficiente y productivo de acuerdo al proceso.

Desde este momento podemos determinar que será un horno para curado de pintura de reverbero por convección y continuo.

Por otro lado se encuentra la clasificación de los hornos de resistencias.

La clasificación más completa y amplia posible atiende a diferentes aspectos que son:

1. Forma de funcionamiento. Los hornos pueden ser continuos o discontinuos(intermitentes).
2. Disposición de las resistencias. Según dónde se ubiquen las resistencias, los hornos pueden ser de calefacción por la parte inferior, superior, lateral o por un extremo.
3. Tipo de recinto. adopta multitud de formas. se citan únicamente:
 - Hornos de solera.
 - Hornos de balsa.
 - Hornos de solerás múltiples.
 - Hornos de solerás giratorias.
 - Hornos de túnel.
 - Hornos rotativos.
 - Hornos de solera móvil.
 - Hornos de crisol.
 - Hornos de mufla.
 - Hornos de cuba.

4. Tipo de efecto en el producto:

- Hornos para producir efectos físicos en el producto. a su vez pueden dividirse en:
 - Hornos de calentamiento.
 - Hornos de fusión.

- Hornos para producir efectos químicos en el producto.

La clasificación finalmente adoptada es la siguiente:

- Hornos de fusión.
- Hornos de recalentamiento.
- Hornos de tratamientos térmicos.
- Hornos especiales.

1.3. - Características.

Una de las principales características del horno es el tamaño, que depende de la cantidad de material que a de calentarse por hora, otra es el tipo de calentamiento necesario, del tamaño de las piezas que han de calentarse y de la cantidad de calor que puede liberarse sin excesivo perjuicio para el horno. El rendimiento y duración del refractario que se obtenga dependerá de que el tamaño del horno sea mas o menos el correcto.

Tiempo de calentamiento. Para la relación general del área del material refractario el área de base, el tiempo necesario para calentar placas de acero desde una cara de 3.18mm de espesor varia de 3 minutos para calentamiento a alta velocidad y de 6 a 12 minutos para calentamiento para moldeado, utilizando los métodos convencionales, hasta 20 minutos para tratamiento de 3.18mm de diámetro térmico.

Las barras cilíndricas de acero serán calentadas en la mitad de estos tiempos. Para temperaturas menores de 400°C el tiempo necesario de calentamiento puede ser el doble o triple de los valores indicados. El latón requiere mas o menos la mitad del tiempo que necesita el acero para calentarse, el cobre el 40% de dicho tiempo y el aluminio el 85%. Los tiempos anteriores de calentamiento están basados en una temperatura del horno de 25 a 50°C más alta que la temperatura final del material calentado.

Se supone que el material está completamente expuesto al calor del horno. El apilado del material dentro de un horno, alarga el tiempo de calentamiento en una cantidad que debe determinarse por pruebas.

Además del calentamiento simple, se requiere con frecuencia de un tiempo adicional para recalentamiento (manteniendo a la temperatura del horno), para producir cambios metalúrgicos en el material o por alguna otra razón.

El peso del material que está en el horno en cualquier momento es el producto del peso del material que entra por hora por el tiempo de calentamiento por horas. Si se conoce el peso y los tamaños de las piezas que se calientan, se puede fijar el área del horno. El ancho y la longitud del horno necesarios para obtener dicha superficie de la solera del horno se fija según el método de calentamiento que se ha de emplear y por el procedimiento de manipulación del material ha introducir en el horno.

La vida de un horno a una temperatura dada depende de su intensidad de calentamiento, la cual puede expresarse en kilogramos por metro cuadrado de la superficie de la solera del horno y por hora. La intensidad máxima de calentamiento admisible para el acero es aproximadamente de $171\text{kg/m}^2/\text{h}$ para tratamiento térmico, 342kg para hornos laminadores, 488kg para hornos continuos de zona simple y 732kg para hornos de zona múltiple. Éstos son límites superiores que no deben usarse si se espera una larga vida de los refractarios del horno. Estas intensidades son para calentamiento de acero dulce; puede llegarse a duplicar para calentar latón, y ser dos y media veces para el cobre, 0.7 para el acero especial o aleado y 1.1 veces al calentar aluminio. Dichas intensidades máximas admisibles solo deberán utilizarse para comprobar el cálculo del tamaño del horno, pues algunas formas y tamaños de piezas no podrían calentarse adecuadamente cuando se apilen de manera que se alcancen dichas intensidades. Si el tamaño calculado del horno corresponde a una intensidad de calentamiento que sea demasiado grande, dicha intensidad deberá reducirse haciendo el horno más grande. Si la intensidad fuera demasiado pequeña puede a veces aumentarse ampliando el material de manera diferente en un horno más pequeño.

El calor liberado por el combustible de un horno (suministro o consumo de calor) es igual a la suma del calor necesario en el proceso del calentamiento (calor útil) más las pérdidas de calor que tengan lugar en el horno. El consumo de calor incluye el calor de combustión del combustible, el calor sensible del aire o del combustible precalentados y el calor presente en el material cargado. Se utiliza el poder calorífico inferior del combustible, y el calor sensible puede calcularse a partir de los calores específicos del aire, el combustible o el material precalentados.

El calor útil comprende el calor absorbido por el material dentro del horno en el calentamiento simple de los metales, el calor útil aplicado al metal incluye solamente la absorción de calor, pero hay muchos procesos que incluyen otras necesidades, tales como el secado, cuando la humedad ha de ser calentada y evaporada, el calentamiento de productos químicos, cuando se utiliza el calor para hacer reacciones químicas, y otros casos especiales. Las pérdidas de calor que tiene lugar en un horno de calentamiento comprenden el calor perdido de los gases de desecho, la radiación precedente de los refractarios y el calor absorbido por ellos, el calor arrastrado fuera del horno por recipientes o por los transportadores, el calor perdido por las aberturas o huecos de las puertas y el calor contenido en el combustible sin quemar que escapa con los productos de la combustión. El calor contenido en los gases de desecho depende de la temperatura a que dejan la cámara de calentamiento. En el anexo a se muestra la tabla # 2, con los porcentajes aproximados de calor contenido en los gases de escape procedentes de una combustión perfecta a distintas temperaturas.

Calor promedio en los productos de desecho de la combustión a diversas temperaturas, porcentaje de poder calorífico interior del combustible.							
Temp.. de gases, °F	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200
Temp.. de gases, °C	540	650	760	870	980	1090	1200
% de poder calorífico	24	28	34	38	45	50	55

Tabla # 2

La radiación y la absorción del calor por refractarios dependen también de la intensidad con que se verifica el calentamiento (la cual determina la temperatura interior de los mismos) y de la superficie refractaria y su espesor. Como lo indica la gráfica # 1 del anexo b. esta indica las cantidades de calor radiado a través de las paredes de espesores diferentes a varias temperaturas de los hornos, para condiciones de equilibrio, cuando la pared haya alcanzado temperaturas constantes en todas sus partes. El calor arrastrado por los recipientes y por los transportadores es el contenido de calor sensible de estos complementos al dejar la cámara de calentamiento o laboratorio. Tales pérdidas incluyen el calor almacenado en las cajas de carburación o cementado. Las bandejas, los transportadores de cadena y las vagonetas de homeado. La radiación que tiene lugar a través de las aberturas del horno depende del tamaño y forma de las mismas y del espesor de las paredes donde se encuentre situadas, así como también de la temperatura del horno.

Las pérdidas de calor por el combustible sin quemar que escapa con los gases de la combustión es pequeña en la mayoría de los hornos, porque el combustible puede ser consumido casi completamente.

La eficiencia de un horno industrial es la relación del calor absorbido por el material calentado al calor de combustión del combustible quemado.

En la tabla # 3 del anexo a, se presenta la tabla de rendimientos medios netos y la cantidad de calor que debe dar el combustible en varios tipos de hornos.

Resumiendo los párrafos anteriores podemos concluir que las características del horno están basadas en las necesidades del cliente y el diseño del constructor que tendrá que adaptar el equipo a los requisitos que el proceso presente.

La plataforma de diseño se basa en la información preliminar recabada por el diseñador para definir las características especiales que determinan la efectividad del equipo.

Es importante mencionar que las características más importantes en los hornos de curado de pintura son:

1. - Tipo de energético para calentamiento.

a) Combustibles fósiles(Gas LP, Gas natural, Diesel, Petróleo, Aceite, etc.)

b) Energía eléctrica(Arreglo de resistencias, Arreglo de platinas, por inducción electromagnética etc.).

c) Mixto(infrarrojos).

2. Tipo de producción.

- a) Continuo (utilización de transportadores de cadena o banda).
- b) Intermitente (utilización de carros introducidos manual mente).

3. Tipo de arreglo.

- a) Horno recto.
- b) Horno "u".
- c) Horno de caja.
- d) Horno carrusel.

4. - Tipo de transmisión de calor

- a) Convección.
- b) Radiación.

Estas son las características mas mencionadas en el planteamiento del proyecto, proporcionan información especifica del equipo.

Con estas y otras consideraciones el diseñador definirá el horno mas adecuado para la total satisfacción del proceso que el cliente pretende realizar, en los capítulos siguientes se desarrollara el procedimiento de diseño del horno para curado de pintura.

1.4. - Partes y Componentes.

Las partes refractarias de los hornos están constituidas en gran parte de ladrillos corrientes aplastados estándares, y es conveniente especificar para el horno dimensiones tales que pueda construirse con un mínimo de cortes o labrado de dichos materiales. Los conductos horizontales se hacen de una medida múltiplo de 63mm (2 ½"), en lo que respecta a su altura y la mayor parte de sus demás dimensiones se hacen múltiplos de 114mm (4 ½") para que correspondan al ancho y a la longitud de los ladrillos estándares norteamericanos. La selección de los conductos de humo del horno debe ser lo suficientemente grande para evitar que haya presiones excesivas a las intensidades máximas de combustión. Los conductos deben situarse de tal manera que promuevan la circulación de los gases por todas las partes del horno. las velocidades medias admisibles de los conductos para horno sin su chimenea son:

Temperatura del horno, °F(°c)

200 (93)	1000(538)	1500(816)	2000(1093)
----------	-----------	-----------	------------

Velocidad admisible(gases calientes) ft/s (m/s)

9(2.74)	13(3.97)	15(4.57)	17(5.2)
---------	----------	----------	---------

Las secciones totales de conductos necesarias se muestran en la tabla # 4, en centímetros cuadrados por metro cúbico de combustible gaseoso y por hora (o por litro por hora para el aceite combustible) a temperaturas de los productos de la combustión comprendidas entre 500 y 1000°C, son los siguientes.

Tem; °F (°C)	aceite combustible	Gas natural	gas artificial	gas de horno de coque	gas crudo de gasógeno
1000 (538)	14.0	0.11	0.06	0.05	0.02
2000(1093)	19.0	0.15	0.08	0.06	0.02

tabla # 4

Las partes metálicas de un horno consisten en la armazón de acero y fundición de sus aleaciones en las partes expuestas al calor directo del horno. Las aleaciones son de níquel o cromo y deben hacerse lo bastante fuertes para compensar su pérdida de resistencia a temperaturas elevadas. son resistentes a la oxidación a temperaturas inferiores a 1093°C.

Los métodos para conservar el calor comprenden el uso de recuperadores o regeneradores, calderas calentadas por calor perdido o de desecho, aislamiento de los refractarios, control automático de la temperatura y la atmósfera y atención especial a la construcción y funcionamiento de horno.

Los recuperadores y regenerados extraen algo del calor de los productos de la combustión que escapan y retornan al horno, precalentando el aire de combustión o el combustible de alimentación. En los recuperadores, se mantiene una circulación continua de los gases calientes y del aire o del gas de entrada frías a través de los conductos metálicos o de refractarios que separan las dos corrientes de gases, pero que transmiten calor por conducción de la corriente más caliente a la más fría.

Los recuperadores se construyen en forma de grupos de unidades o elementos, envueltos los unos para los otros, y colocados por encima del suelo o en fosas hechas por debajo del nivel del piso, y se hacen de loseta de arcilla refractaria, de carburo de silicio o de metal resistente al calor. Los coeficientes totales de transmisión del calor en los recuperadores metálicos están comprendidos entre 12.2 y 29.3 calorías/m²/h/°c, y en los recuperadores de carburo de silicio son aproximadamente los mismos límites; el coeficiente de los recuperadores de arcilla refractaria es considerablemente menor que esos valores. Las velocidades usuales del aire caliente en los recuperadores no exceden de 3.6m/s, con el fin de mantener la caída de presión en un valor razonable.

Los regeneradores se emplean en donde se requieren una temperatura elevada del aire precalentado para mantener alta la temperatura del horno. Se construyen generalmente los ladrillos refractarios y constan de dos cámaras llenas completamente de un jaquelado formado con ellos. Las circulaciones de los gases producto de la combustión y del aire, o del gas, que va a ser calentado se invierten periódicamente, de manera que pasen alternativamente los gases calientes y los gases fríos de las dos cámaras. El jaquelado de ladrillos retiene el calor de los gases calientes y los cede a los fríos en cada inversión. Otro tipo de regeneradores emplea placas metálicas. Los regeneradores son más costosos que los recuperadores en la mayoría de los casos no se emplean frecuentemente en hornos de calentamiento, por su empleo con hornos martin siemens o de hogar abierto es casi universal. El coeficiente total de transmisión de calor en los regeneradores varía de 7.3 a 12.2 calorías/m² de superficie del jaquelado de ladrillos por hora y por grados centígrados por diferencia de temperatura, y la velocidad usual de la masa de los gases calientes a través de los huecos del jaquelado es de unos 0.317kg/m²/s.

La economía lograda en los recuperadores o regeneradores depende de la temperatura a la que sea precalentado el aire o el gas de entrada, con una temperatura de los productos de la combustión de 870°c, la economía teórica en combustible con un precalentamiento de 110°c del aire del combustible es aproximadamente del 4%, con 220°c, 11%, con 330°c es el 15% y 440°c el 19%. Una instalación del recuperador, para que sea una buena inversión, debe manifestar una economía neta satisfactoria, después de haber deducido todos los costos de reparaciones y el tiempo perdido en paros para realizar dichas reparaciones, con el ahorro obtenido en el combustible consumido.

El control automático impide el desperdicio de calor por temperaturas innecesariamente elevadas periodos fríos inevitables y aire excesivo o combustible sin quemar por su combustión defectuosa. De mayor importancia aún es la prevención contra daños al producto calentado ocasionados por sobrecalentamiento, oxidación excesiva y reacción química inconveniente entre la atmósfera del horno y el producto (principalmente descarburación y recarburación). Los reguladores automáticos de temperatura son accionados por termopares introducidos dentro del horno. El termopar o par termoelectrico no debe estar situado en la trayectoria directa de las llamas, las cuales no solo tienen varios cientos de grados más que la temperatura del horno, sino que además son de temperatura extremadamente variable y no dan indicación de la temperatura media.

La regulación automática de la atmósfera para conservar la adecuada para una buena combustión se lleva a cabo proporcionando apropiadamente el combustible y el aire comburente en sus entradas respectivas al horno.

Esto se consigue utilizando algunas de las características de circulación de uno de los fluidos para regular la circulación del otro. El regulador automático de presión acciona los registros de los conductos de humo de un horno con el fin de mantener una presión constante predeterminada (ordinariamente alrededor de 0.025 a 0.125 cm de agua) en la cámara de calentamiento, con lo cuál se impide que penetre oxígeno libre de la atmósfera circulante.

El cuidado en la construcción y el funcionamiento del horno es el más simple, pero también el más frecuentemente el descuidado de todos los procedimientos para economizar calor. Se puede ahorrar una gran cantidad de combustible poniendo cuidado en la construcción de las partes refractarias del horno para hacerlas herméticas, dando la debida atención al cierre de todas las puertas, y cuidando de que estas y las demás aberturas del horno se mantengan cerradas cuando no se estén utilizando.

Descripción general de un horno para curado de pintura.

Horno de curado de pintura tipo túnel recto, proceso continuo con sellos de aire en la entrada y salida, de operación automática.

El horno esta diseñado para aceptar carga promedio de un transportador con unidad motriz capaz de introducir la carga dentro de este para ser procesada en un tiempo determinado por la temperatura del horno y la velocidad del transportador ya que la velocidad es proporcional a la temperatura.

El horno esta equipado con un recirculador de aire y extractor de humedad, por medio de ductos internos y externos.

Suministro de energía.

Cuenta con una cámara de combustión localizada en la parte superior del horno con sistema de recirculación de aire y entrada de aire fresco, esto con el fin de aprovechar al máximo los gases de la combustión del horno de curado de pintura y a sí obtener la mayor cantidad de energía calorífica del gas.

El sistema de recirculación consta de un ventilador centrífugo, que succiona los gases por medio de un ducto que se encuentra a un costado de la cámara de combustión, conectado a su vez con un ducto interior que esta a todo lo largo del horno, la succión de aire fresco se encuentra de bajo del quemador de la cámara y proporciona el aire necesario para realizar una buena combustión.

Cuerpo del horno.

El cuerpo del horno será fabricado de paneles de lamina galvanizada en el exterior y lamina de acero al carbón el interior, con 4" de aislamiento. Todo esto estará soportado por una estructura de ángulo y canales en puntos estratégicos según se requiera.

Por lo anterior el cuerpo será instalado de una sola pieza con los accesorios por separado.

Equipo de calentamiento.

En el sistema de combustión se instala un quemador marca Maxón con ventilador de combustión incluido, o su equivalente. El equipo de protección para el sistema de combustión es para cumplir las normas IRI (usa) incluye básicamente sw de presión alta y baja, sw de presión de aire, válvula de seguridad con restablecimiento automático y reguladores para control de gas del quemador; en una zona de control para su operación.

Equipo de control de temperatura.

Se tendrá un indicador digital y controlador de temperatura marca Honeywell UDC-2300BC o su equivalente, termopar tipo "j" de control y válvula modulante de sistema proporcional.

El termopar de limite alto monitorea que la temperatura de la cámara de combustión no exceda el limite máximo para evitar daño en esta y en consecuencia mantenimiento y servicios constantes.

Para controlar el límite alto se usara un evento del UDC-230BC.

El sistema de protección contra falla de flama en el encendido, cuenta con una varilla sensora de flama para detectar la presencia de esta y enviar la señal al relevador de flama localizado en el tablero de control.

Todo lo anterior se utiliza para el buen funcionamiento del quemador que se muestra en la figura # 2.

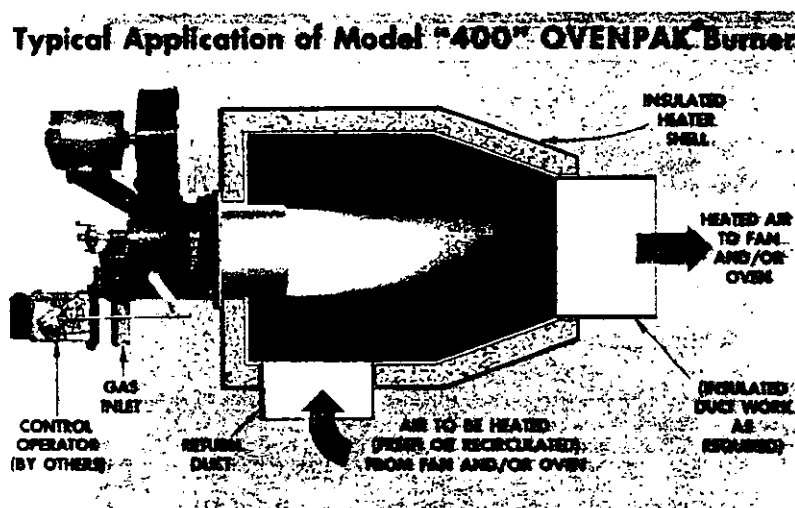


Figura n° 2

1.5. - MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

El recinto del horno esta formado básicamente por la calderería exterior y el aislamiento térmico en cuyo interior se produce un calentamiento para ser transmitido a la carga. El intercambio térmico entre ambas se analizara mas adelante. En este apartado se describen los materiales utilizados en la construcción de hornos como por ejemplo los materiales refractarios, aislantes y otros más.

En los hornos de curado de pintura podemos encontrar una gran variedad de materiales para su construcción, como a continuación se describen.

1. Aislamiento térmico

El campo de los aislamientos térmicos en los hornos es extraordinariamente amplio y complejo. aparentemente, su único objetivo es aislar el interior de los hornos, conductos, cámaras, etc. pero existe un doble propósito:

- Reducir las perdidas de calor.
- Conseguir condiciones ambientales aceptables.

Pero realmente las condiciones en el interior pueden ser tales que la capa interna del aislamiento térmico deban ser capaz de:

- Soportar el ambiente del horno (humos, aire en circulación, gases reductores, etc.
- Conseguir sin reacción química, en términos generales, metales o no metales fundidos a alta temperatura.

Por ello, el aislamiento térmico, además de sus características de aislamiento, puede requerir resistencia al ataque químico, resistencia a la abrasión, etc. lo que evidentemente, condiciona la elección del aislamiento, no solamente por su temperatura máxima de trabajo. dentro del campo de los aislamientos térmicos se incluyen los materiales empleados en las técnicas frigoríficas y criogénica, pero no se consideran en nuestro caso por sus características propias en cuanto a su composición, método de instalación, protecciones adicionales, etc.

Aunque la clasificación indicada a continuación, en función de la temperatura máxima de utilización sea muy poco científica, entendemos que es suficiente mente practica:

- Productos refractarios densos
- Productos refractarios aislantes (hasta 200-500°C)
- Productos aislantes no refractarios (hasta 800-1000 °C)
- Productos caloríficos (hasta 100-350°C.)

2. - estructurales.

En la construcción de hornos es necesario contemplar materiales capaces de resistir no solo las temperaturas de operación sino también esfuerzos que se generan por el proceso.

Encontramos que las laminas de acero inoxidable cumple con los requerimientos mecánicos establecidos para la fabricación de hornos.

A continuación se muestra una tabla # 5 con los tipos de inoxidable más utilizados en la contracción de este tipo de hornos.

Composición de grados AISI de aceros inoxidable

Tipo AISI N°	C %	Mn %	Si %	Cr %	Ni %	otros %
201	0.15	7.50	1.0	16.0	3.5	.25
202	.15	10	1.0	17.0	4.0	.25
301	.15	2.0	1.0	16.0	6.0	
302	.15	2.0	1.0	17.0	8.0	
302b	.15	2.0	3.0	17.0	8.0	
303	.15	2.0	1.0	17.0	8.0	.15
303(se)	.15	2.0	1.0	17.0	8.0	.15
304	.08	2.0	1.0	18.0	8.0	
304l	.03	2.0	1.0	18.0	8.0	
308	.08	2.0	1.0	19.0	10.0	
309	.20	2.0	1.0	22.0	12.0	
316	.08	2.0	1.0	16.0	10.0	
347	.08	2.0	1.0	9.0	17.0	

tabla # 5

Los materiales mencionados anteriormente se utilizan en el interior de los hornos pero también se requieren de otros para el exterior como es el caso de los siguientes materiales:

- Laminas de acero 1010 (cal.11 a cal.18)
- La lamina galvanizada (cal.14 a cal.18)
- Ángulos de acero 1010 (" a 3")
- Canal de acero 1010 (2" a 12")
- Sclera de acero 1010 (1/2" a 2")
- Redondo de acero 1010 (1/2" a 2")

En general los materiales arriba mencionados se utilizan para la construcción de hornos.

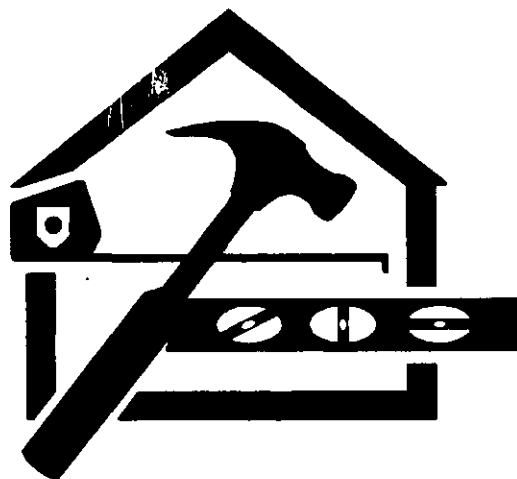


figura n° 3

1.6. - Pruebas a hornos de curado de pintura

El fin que se persigue es comprobar que lo planeado corresponda a lo fabricado.

Se aplica a los hornos de curado de pintura electrostática.

Corresponde al coordinador de ingeniería, conjuntamente con el ingeniero de servicio.

Desarrollo:

Los modelos matemáticos desarrollados en la planeación de un proyecto deben ser comprobados contra el modelo físico (equipos del horno) para una satisfacción completa de las necesidades del proceso.

El desarrollo que comprueba dichos modelos está basado en los patrones establecidos por los fabricantes de los componentes y las mediciones obtenidas con el horno en proceso normal de operación.

Las mediciones realizadas a los hornos de curado deben ser lo más objetivas posibles para determinar la posición real del equipo y son las siguientes:

8735 Pressure Gauges
with English and Metric Scales

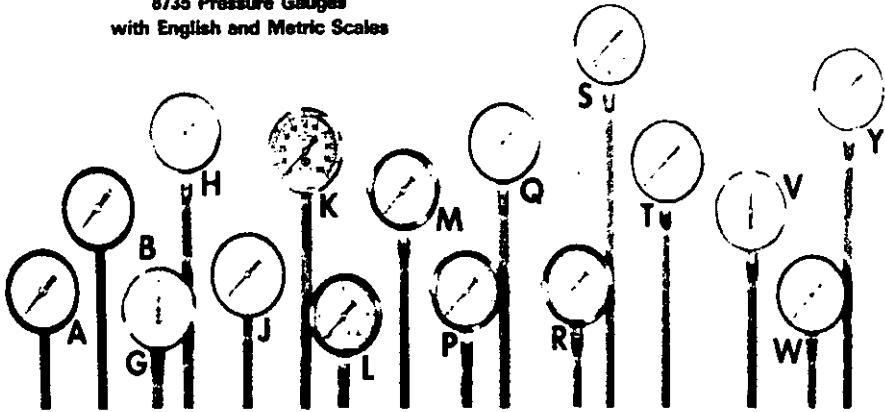


figura # 4

Presión: este parámetro influye directamente con la buena operación de los hornos, en la siguiente tabla se determinan los valores especificados por los fabricantes de los equipos que los componen.

componente	patrón de presión
cámara de combustión	2-4 in-wc negativa
Cuerpo del horno	2-4 in-wc positiva
sello de entrada	.5-2 in-wc positiva
sello de salida	2-3 in-wc positiva
Quemador	2 in-wc positiva
piloto del quemador	2-4 in-wc positiva
ducto de alimentación	2-4 in-wc positiva
ducto de recirculación	2-4 in-wc negativa
alimentación general de gas	25 psi
alimentación de aire al quemador	3 - 5 in-wc positiva

tabla # 6

Desde el punto de vista macroscópico, se acostumbra clasificar a la materia, en sólidos y fluidos. Un fluido, es una sustancia que puede fluir, de tal forma que el término fluido incluye a los líquidos y a los gases. Sin embargo, tal clasificación no es tajante. Algunos fluidos, como el vidrio o la brea, fluyen tan lentamente que se comportan como si fuesen sólidos durante el intervalo de tiempo en el que, por lo general, los empleamos. Los plasmas, que son gases muy ionizados no se ajustan fácilmente a estas categorías y a menudo se les llama el "cuarto estado de la materia", para distinguirlos del estado sólido, del líquido y del gaseoso. Aun la distinción entre un líquido y un gas no es tajante, en virtud de que, cambiando en forma adecuada la presión y la temperatura resulta posible transformar un líquido (por ejemplo el agua) en un gas (por ejemplo, el vapor de agua) sin que aparezca un menisco y sin que se produzca la ebullición durante el proceso, la densidad y la viscosidad cambian de manera sin embargo, en este libro definiremos a un fluido como normalmente se entiende y sólo nos interesarán aquellas propiedades de los fluidos relacionados con su habilidad para fluir. En consecuencia, las mismas leyes básicas, controlarán el comportamiento estático y dinámico de los líquidos y de los gases a pesar de las diferencias que observamos entre ellos a presiones comunes.

Para los sólidos, los cuales tienen forma y tamaño definidos, ya hemos formulado la mecánica de los cuerpos rígidos, modificada por las leyes de la elasticidad cuando los cuerpos no puedan considerarse perfectamente rígidos. Como los fluidos cambian sus formas con facilidad y, en el caso de los gases, volumen igual al del recipiente que los contiene, debemos desarrollar nuevas para resolver los problemas de la mecánica de los fluidos. Las aplicaciones de la mecánica a los medios continuos, ya sean sólidos o fluidos, están basadas en las leyes de Newton del movimiento, combinadas con las leyes de las fuerzas apropiadas. Sin embargo, resulta conveniente desarrollar una formulación especial de estas leyes básicas al aplicarse a los fluidos, como también lo fue en el caso de los sólidos.

Hay una diferencia en la manera en que una fuerza superficial actúa sobre un fluido y sobre un sólido. En un sólido no hay ninguna restricción respecto a la dirección de tal fuerza, pero en un fluido en reposo, la fuerza superficial debe estar siempre dirigida perpendicularmente a la superficie de dicho fluido. Un fluido en reposo no puede soportar una fuerza tangencial, ya que, en ese caso, las diferentes capas de fluido simplemente resbalarían unas sobre las otras. De hecho, es esta inhabilidad de los fluidos para resistir dichas fuerzas tangenciales (o esfuerzos cortantes) lo que les permite cambiar su forma o fluir.

Por lo tanto, es conveniente describir la fuerza que actúa sobre un fluido especificando la presión " P ", que se define como la magnitud de la fuerza normal por unidad de superficie. La presión es transmitida a los límites sólidos, o a través de secciones arbitrarias del fluido perpendiculares de dichos bordes de cualquiera de sus puntos. La presión es una cantidad escalar. Su unidad en el SI (sistema internacional) es el pascal (que se abrevia Pa); $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$) en honor al científico francés Blaise pascal (1623-1662). Otras unidades de la presión son el bar ($1 \text{ bar} = 1 \text{ atm}$), la libra/pulgada cuadrada, la atmósfera ($1 \text{ atm} = 14.7 \text{ lb/plg}^2 = 101\,325 \text{ Pa}$) y el mm Hg ($760 \text{ mm Hg} = 1 \text{ atm}$).

Un fluido sometido a cierta presión ejerce una fuerza sobre cualquier superficie que esté en contacto con él. Considérese una superficie cerrada que contenga en su interior a un fluido. Podemos representar elemento de dicha superficie por el vector " s ", cuya magnitud represente el área del elemento y cuya dirección sea justamente la de la normal exterior a la superficie del mismo. entonces, la fuerza e ejercida por el fluido contra este elemento de superficie es:

$$F = P \times S.$$

$$F = \text{Fuerza.} \quad P = \text{Presión.} \quad S = \text{área.}$$

Como F y S tienen la misma dirección, la presión P es:

$$P = F / S$$

Supondremos que el elemento de área " S " es lo suficientemente pequeño como para que la presión " P ", como recién se ha definido, sea independiente del tamaño del elemento s. de hecho, la presión puede variar de punto a punto sobre la superficie.

La densidad " ρ " de un fluido homogéneo (que es su masa dividida entre su volumen) puede depender de muchos factores, tales como su temperatura y la presión a la que está sometido. La densidad de los líquidos varía muy poco en grandes intervalos de la presión y de la temperatura y, para nuestros propósitos actuales, se le puede considerar, sin riesgo, como una constante; ver en la tabla de densidades que se encuentra en el anexo a de esta publicación. Los datos correspondientes al agua.

Estas mediciones deben de realizarse antes, durante y después del encendido del horno para verificar que los parámetros no varíen demasiado y que pueda ocasionar el mal funcionamiento de este, y poder hacer las correcciones pertinentes para su buen funcionamiento.

El equipo necesario para realizar estas mediciones consta de:

1- Manómetro de carátula c/ rango 0-10 in-wc

2-Manómetro de carátula c/ rango de 0-28 psi

3-Manómetro diferencial c/ rango de 0-5 in-wc

Temperatura: Es la característica crítica dentro del horno, ya que de esta depende el buen funcionamiento del proceso, es muy importante el tener un control muy estricto de la temperatura.

Cuando se juntan dos sistemas cuyas temperaturas son diferentes, la temperatura final que ambos alcanzan tiene un valor comprendido entre las dos temperaturas iniciales. Esta es una observación común. Durante mucho tiempo el hombre ha tratado de entender con mayor claridad tales fenómenos y hasta principios del siglo XIX, se explicaron postulando que en todos los cuerpos existía una sustancia material: el calórico.

Se creía que un cuerpo cuya temperatura fuese elevada contenía más calórico que otro a menor temperatura. Los dos cuerpos se ponían en contacto, el cuerpo rico en calórico cedía algo de él al otro, hasta que la temperatura de ambos cuerpos fuese la misma. Del calórico podía describir de una manera satisfactoria muchos procesos tales como la conducción del calor o la mezcla de sustancias en un calorímetro. Sin embargo, el concepto de que el calor era una sustancia, cuya cantidad total permanecía constante, no pudo, en última instancia, resistir las pruebas experimentales. No obstante, todavía describimos muchos cambios comunes de la temperatura como la transferencia de "algo" desde un cuerpo a temperatura superior hasta otro cuya temperatura es menor, ya este "algo" le llamamos calor. La siguiente definición es útil, aunque no es operacional: el calor es aquello que se transfiere entre un sistema y su medio ambiente en virtud, solamente, de su diferencia de temperaturas.

Finalmente se llegó a entender por completo la idea de que el calor es una forma de energía y no una sustancia. La primera evidencia concluyente de que el calor no podía ser una sustancia fue dada por benjamín thompson (Estadounidense que más tarde llegó a ser el conde de Rumford de Barviera un escrito que leyó en la Royal Society. en 1798 decía:

Yo... estoy convencido de que el hábito de mantener los ojos abiertos a todas las cosas que ocurren en el curso natural de los aspectos de la vida, a menudo ha conducido, como si fuese por accidente, o en las excursiones tortuosas de la imaginación, a más dudas útiles y esquemas sensibles para la investigación y la mejora, que todas las meditaciones más intensas de los filósofos, en las horas que separan expresamente para el estudio.

Rumford hizo su descubrimiento cuando estaba supervisando el taladrado de cañones para el gobierno bávaro. Para impedir su sobrecalentamiento, el alma de un cañón se mantenía llena de agua. Esta agua se iba reponiendo a medida que hervía durante el proceso de taladrado. Se aceptaba que había que proporcionarle calórico (energía calorífica) al agua para que hirviese. Se explicaba la producción continua de calórico, suponiendo que cuando una sustancia estaba más finamente subdividida, como en el taladrado, su capacidad para retener el calórico sé hacia menor, y que el calórico perdido de esta manera era lo que causaba que el agua hirviese. Sin embargo Rumford observó que el agua seguía hirviendo aun cuando las herramientas de taladrar estaban ya tan desgastadas que no podían seguir cortando ni subdividiendo a la materia.

Después de haber eliminado de su experimento toda interpretación posible con el calórico, escribió:

...al pensar sobre este tema, debemos olvidar considerar la notable circunstancia de que la fuente de calor generada por fricción, en estos experimentos, parecía ser evidentemente inextinguible. , Me pareció que sería muy difícil, si no es que imposible, formarse una idea clara sobre cualquier cosa capaz de excitarse y comunicarse en la forma en la que el calor era excitado y comunicado en estos experimentos, excepto que fuese el movimiento.

En esta descripción aparecía el germen de la idea de que el trabajo mecánico realizado durante el taladrado era el responsable de la creación de calor. Fueron otros quienes, mucho tiempo después, esclarecieron tal idea. En vez de pensar en la desaparición continua de la energía mecánica y en la creación continua de calor, sin que ninguno de los dos procesos cumpla con principio de conservación alguno, en la actualidad se interpretan como la transformación de la energía de una forma a otra, manteniendo constante la energía total.

Aunque el concepto de la energía y su conservación parece hoy en día evidente en sí mismo, fue una idea novedosa nada menos que por los años de 1850 y había eludido a hombres tales como Galileo y Newton. A lo largo de la historia subsiguiente de la física, la idea de la conservación condujo a nuevos descubrimientos. Muchos de los aspectos de su historia primitiva fueron notables. Varios pensadores llegaron a este gran concepto casi al mismo tiempo; al principio, todos ellos recibieron una fría aceptación o fueron ignorados. El principio de la conservación de la energía fue establecido independientemente por Julius Mayer (1814-1878) en Alemania, James Joule (1818-1889) en Inglaterra, Herman Von Helmholtz (1821-1894) en Alemania y L. A. Colding (1815-1888) en Dinamarca.

Fue Joule quien demostró experimentalmente que cuando una cantidad dada de energía mecánica se convierte en calor, siempre se genera la misma cantidad de calor. Así se demostró definitivamente la equivalencia entre el calor y el trabajo mecánico como dos formas de energía.

Helmholtz fue el primero que expresó claramente la idea de que no sólo el calor y la energía mecánica, sino también otras formas de energía son equivalentes y que una cantidad dada de una forma no puede desaparecer sin que aparezca otra cantidad igual en alguna de las otras formas.

La unidad de calor q se definía cuantitativamente en términos de un cambio específico producido en un cuerpo durante un proceso dado. Así, si al calentar un kilogramo de agua su temperatura aumenta desde 14.5 hasta 15.5°C , decimos que se ha añadido al sistema una kilocaloría (Kcal.) De calor.

La caloría (10^{-3} Kcal.) Se usa también como una unidad de calor. (Incidentalmente, la "caloría" que se usa para medir el contenido energético de los alimentos es, en realidad, una kilocaloría.) En el sistema de ingeniería, la unidad de calor es la unidad térmica británica (BTU), que se define como el calor necesario para elevar la temperatura de una libra de agua desde 63 hasta 64°F .

Las temperaturas que se han citado se establecen porque, cerca de la temperatura ambiente, hay una variación pequeña en el calor que se requiera para producir un aumento de un grado en la temperatura, según el intervalo escogido. Para los propósitos prácticos podemos ignorar esta variación. las unidades de calor están relacionadas como sigue:

$$1.000 \text{ Kcal. } 1\ 000 \text{ cal} = 3.968 \text{ BTU.}$$

El instrumento de control (UDC230BC), junto con el actuador (M7284) se encargan del control de temperatura, para esto es necesario una programación adecuada del instrumento y una alineación del actuador con el quemador que permita realizar la función exacta de apertura, cierre o modulación.

Los parámetros mas utilizados para la programación del instrumento son los siguientes:

Grupo de inicio	función de inicio	valor seleccionado
Tuning	pb or gain	3.0
	rate t	1.0
	1 min or 1 rpm	2.0
	manrst	1.0
	secur	5
	lock	all
	automa	enab
	m hld	enab
	sp sel	enab
Algor	ctralg	pida
	4-20rg	100
	outalg	moxl
	rly ty	127
Input1	decimal	8888
	units	°c
	in1typ	j-l
	xmitr1	lin

	brnout	up
	disply	sp
	lenguag	engl
Control	pwr up	man
	sp hi	250
	sp lo	0
	action	rev
	out hi	90
	out lo	10
	failsf	10
	pb org	pb
	minr	rpm
Alarms	a1s1va	10
	a1s1ty	out
	a1s1hl	high

tabla #

la tabla # 7 muestra los parámetros de control principales para este tipo de hornos, pero se da el caso de que los valores pueden ser diferentes debido a las características del horno.

Dentro del control de temperatura utilizamos un data-paq, que consiste de un registrador de temperatura móvil que es capaz de determinar la temperatura que se tiene dentro del horno durante el tiempo de permanencia de la pieza.

Se utiliza como patrón de comparación para calibrar el UDC y leer la temperatura real del horno. La figura n° 5 muestra una grafica característica del comportamiento de la temperatura en el interior de un horno para curado de pintura.

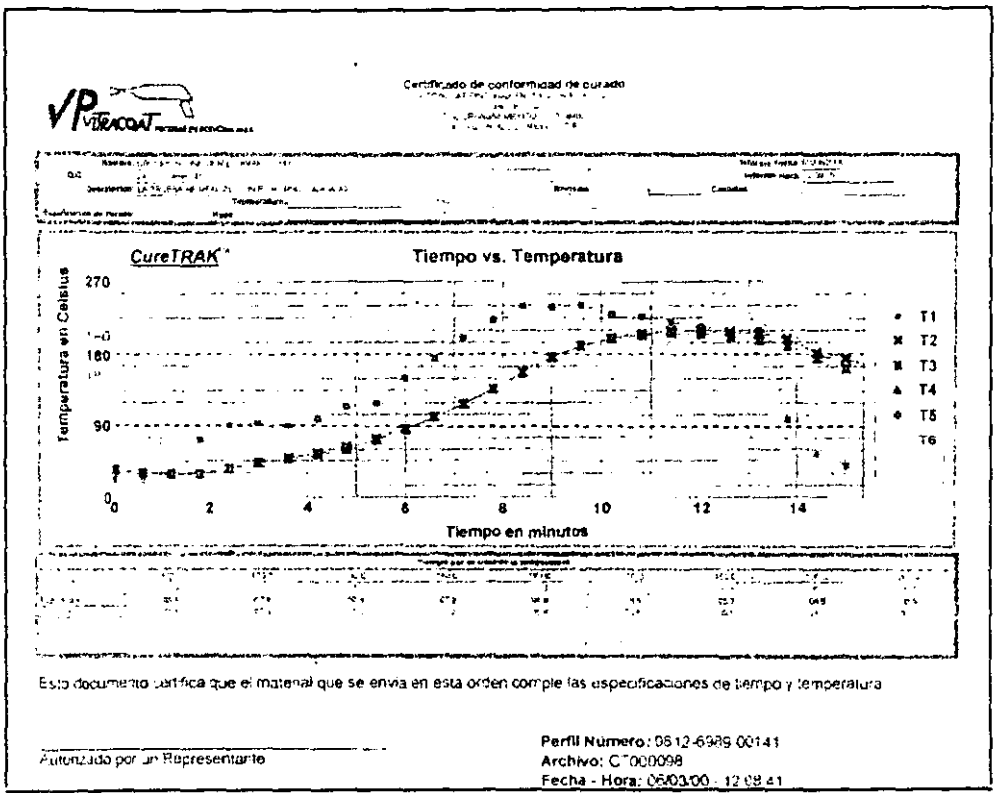


figura n° 5

Eléctricas: las mediciones eléctricas determinan un funcionamiento continuo del equipo ya que la mayor parte de los problemas que se presentan son de esta naturaleza.

Un instrumento en lo que se refiere a los artículos siguientes, es un dispositivo o aparato para determinar el valor o la magnitud de una cantidad o una variable. Las variables que interesan son las que ayudan a describir o definir un objeto, un sistema o un proceso.

Así, en una operación manufacturera, la calidad del producto esta relacionada a mediciones de sus diversas dimensiones y propiedades físicas como su dureza y su acabado o terminado superficial. En un proceso industrial o de fabricación, las mediciones y el control o regulación de las temperaturas, la presión, los flujos o gases etc. de terminan la calidad y el rendimiento de la producción.

Las mediciones pueden ser directas, como cuando se emplea un micrómetro para una dimensión o indirectas como cuando se determina la humedad del vapor de agua midiendo la temperatura en un calorímetro de estrangulación.

Debido a las limitaciones materiales del dispositivo de medida y del sistema que se estudia, las mediciones siempre tienen en la practica un error. La exactitud de un instrumento es la fidelidad con que sus lecturas o indicaciones se aproximan al valor verdadero de la variable que se mide.

La presión se refiere a la reproducibilidad de la s mediciones, es decir con un valor fijo de la variable, cuando difieren entre sí las lecturas o indicaciones sucesivas del instrumento. La sensibilidad es la relación de la señal de salida (respuesta o reacción) del instrumento a la variación del valor medio a la cual responda el instrumento.

La tabla # 8 se muestran los valores nominales de los motores más utilizados en los hornos de curado de pintura.

Componente	Hp	voltaje volts	corriente ampers
Motor sello de entrada	2	440	3.06
Motor sello de salida	3	440	4.42
Motor vent. de comb.	1/3	440	0.66
Motor de recirculación	10	440	13.7
Motor de extracción	3	440	4.42

tabla # 8

Las revoluciones de los motores son muy importantes que se midan para determinar el volumen de aire por minuto que se maneja, según las tablas # 9 de los ventiladores que se ocupan en el equipo.

Ventilador	PCM	PE	RPM
Recirculación	9600	3 in-wc	1720
Extracción	2900	3 in-wc	1200
Sello de entrada	1500	2 in-wc	1000
Sello de salida	2000	3in-wc	1100

Tabla # 9

Si los resultados obtenidos a través de las mediciones hechas por el ingeniero de servicio concuerdan con los resultados del análisis matemático podemos concluir que el horno trabajara en optimas condiciones.

4. - Análisis de gases:

Los combustibles pueden clasificarse bajo tres encabezados:

1)combustibles gaseosos

2)combustibles líquidos

3)combustibles sólidos.

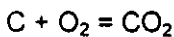
Los elementos combustibles que los caracterizan son el carbono y el hidrógeno y en algunos casos, el azufre. La combustión completa del carbono da, como resultado anhídrido carbónico, CO₂; la combustión del hidrógeno da como resultado agua, H₂O. Y la combustión del azufre produce SO₂.

Ecuaciones de la combustión. los pesos moleculares aproximados de los elementos y compuestos importantes que intervienen en los cálculos de combustión se muestran en la tabla # 10.

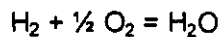
Gas	H ₂	O ₂	N ₂	CO	CO ₂	H ₂ O	CH ₄	C ₂ H ₄	C ₂ H ₂
Peso molecular	2	32	28	28	44	18	16	28	46

tabla # 10

Para los elementos C y H, las ecuaciones de completas de combustión son.



$$12lb + 32lb = 44lb$$



$$2lb + 16lb = 18lb$$

lb = libras

Para un combustible compuesto, como CH₄, la ecuación puede escribirse en la forma CH₄ + x (O₂) = y (CO₂)

Tomando como base una molécula de CH₄ y haciendo un balance de los átomos de los dos miembros de la ecuación se ve que: y = 1, z = 2, 2x = 2y + z ósea x = 2

Los coeficientes de la ecuación o fórmula de combustión dan los volúmenes de los componentes gaseosos que se combinan.

Así en la última ecuación un pie cúbico de CH_4 requiere para su combustión dos metros cúbicos de oxígeno y los productos gaseosos resultantes de ella son un metro cúbico de CO_2 y dos pies cúbicos de H_2O . Los coeficientes multiplicados por los pesos moleculares dan pesos combinados. Estos se refieren para mayor comodidad a una libra de combustible. la combustión de CH_4 por ejemplo:

Una libra del CH_4 requiere $64/16 = 4$ libras de oxígeno para su combustión completa los productos son $44/16 = 2.75$ libras de CO_2 y $36/16 = 2.25$ libras de H_2O

Los gases de combustión tienen una especial atención por la importancia que estos presentan en el proceso pero existen algunos factores que dificultan la medición en el horno, estos factores son:

La entrada de aire fresco, introduce oxígeno y hace que los productos de la combustión se mezclen y den como resultado mediciones erróneas.

La materia prima (pintura) en ocasiones llega a introducirse en el sistema de combustión y genera gases que se mezclan con todos los que se encuentran en el interior del horno para producir un error en la lectura.

La manera de solucionar este problema es colocando una bayoneta directa a la manga del quemador para poder leer los productos generados por el quemador y determinar la combustión generada.

El instrumento más utilizado para este análisis es el sensor de oxígeno que determina el porcentaje de este en el interior del horno, pero la manera de medir correctamente los gases de combustión es colocando la sonda en la manga del quemador para obtener lecturas directas del hogar.

CAPITULO II

2.- Selección y procedimientos de diseño.

Los factores básicos de diseño que determinan la capacidad de un horno son la superficie de la parrilla y el volumen del horno, tanto el abastecimiento de una cantidad de aire para la combustión, así como el método de aplicación y la cantidad de aire para la combustión que influyen en la capacidad. El área de la parrilla depende de la velocidad de combustión seleccionada, en el diseño conservador, la capacidad de reserva razonable y con mantenimiento adecuado del material refractario, se indican velocidades entre 60 y 90 lb/ft² de área de la parrilla efectiva.

El volumen del horno depende de la velocidad de liberación del calor del combustible. El volumen mínimo frecuentemente aceptado es que resulta de una liberación del calor de 2000 btu/ft²/hr. Con esta velocidad, si el contenido de calor del combustible es de 500 btu/lb, la velocidad de combustión sería de 4 lb/ft³ de volumen de horno. Un diseño conservador, teniendo en cuenta sobrecargas y el manejo de desechos con elevado contenido de calor sería de 3 a 3.5ft³/ton de capacidad estimada.

El objetivo primario de una parrilla mecánica consiste en un transportador de forma automática, desde el punto de vista de alimentación hasta el punto de descarga del producto a través de la zona de combustión, con una altura de combustible adecuada y un periodo suficiente para a completar la operación. La velocidad del movimiento de la parrilla o sus partes deben ser ajustable para satisfacer distintas condiciones.

La configuración del horno está determinada por el tipo de parrilla que se usa. Los hornos de un solo hogar utilizan una parrilla circular y el horno es un cilindro vertical. Para las parrillas mecánicas más recientes hay hornos rectangulares, cuya altura depende del volumen requerido por los límites de velocidad de liberación de calor.

La cantidad de aire suministrado a la cámara de combustión debe ser mayor que la teórica requerida, con objeto de obtener una combustión completa y para controlar las temperaturas. Los requerimientos de aire para la combustión total son de, aproximadamente 10lb de aire / 10lb de combustible. En las cámaras de los hornos modernos de parrilla mecánica, deben incluirse dos sistemas de sopladores para alimentar el aire de combustión al horno.

Las capacidades de los sopladores deben dividirse aproximadamente a la mitad para el soplador de debajo de los quemadores y la mitad para el de arriba, deben incluirse reguladores en las entradas de los ventiladores y conductos de distribución de aire para control. La presión en el sistema bajo el fuego, para la mayoría de las parrillas en los estados unidos es de aproximadamente 3 in-wc (pulgadas de columna de agua). La presión de aire sobre la llama debe ser lo suficientemente elevada como para que el efecto de chorro al pasar a través de las toberas distribuidas y proporcionadas en forma adecuada en el techo y paredes del horno, produzca la turbulencia suficiente y tenga los gases en la cámara primaria, el tiempo necesario para asegurar la combustión completa.

Entre los factores esenciales de diseño se encuentra la humedad y el contenido de materia combustible de los desechos, el calor liberado por la combustión, el control de la temperatura. El diseño del horno, cámara, chimenea, ductos y otros elementos. Deben estar basado en características que incluyan dimensiones considerables. Los controles deben proporcionar una operación satisfactoria con cargas inferiores a la máxima. Los cálculos que se presentan se aplican para producción de calor relativamente altas. Los factores principales en los cálculos son la humedad, el contenido de material combustible del 25 al 70%. La parte combustible se compone principalmente de celulosa y materiales similares, mezclados con cantidades apreciables de proteínas, grasas, aceites, ceras, hule y plásticos. El calor liberado por el calor de la celulosa es aproximadamente 8000 btu/lb, mientras que el liberado por grasa, aceite, etc.; es de 17,000 btu/lb. Si la celulosa, aceite y grasas se presentan en una relación de 9:1 en el residuo, el contenido de calor en el material es de 8,500 btu/lb.

Para que sea correcta la elección de un horno para una aplicación determinada deben tenerse en cuenta diversos factores que pueden agruparse según los tres criterios principales siguientes:

1. Requerimientos y datos del usuario.
2. Posibilidades tecnológicas del constructor.
3. Exigencias y posibilidades económicas.

1. Requerimientos y datos del usuario

Exigencias técnicas. Resolver un problema concreto de fabricación dentro de un contexto industrial.

- Carga a tratar

- Forma de la carga o piezas: se determinan las dimensiones de la carga o piezas que serán introducidas a través del horno.

- Naturaleza del material(emisividad, calor específico, densidad, etc.):

Emisividad: Es la relación del poder radiante de una superficie real con el de una superficie negra a la misma temperatura se denomina emitancia de la superficie (para una superficie perfectamente plana, emisividad) y se designa por ϵ , los valores λ , θ , y η pueden asignarse para diferenciar los valores monocromáticos, diferencial y normal a la superficie, respectivamente, del valor total hemisférico, en el anexo a se encuentra una tabla de emisividades.

Calor específico: Es la cantidad de calor q que se define cuantitativamente en términos de un cambio específico producido en un cuerpo durante un proceso dado. Así, si al calentar un kilogramo de agua su temperatura aumenta desde 14.5 hasta 15.5°C, decimos que se le ha añadido al sistema una kilocaloría (Kcal.) De calor la caloria ($=10^{-3}$ kcal) se usa también como una unidad de calor. En el sistema de ingeniería, la unidad de calor es la unidad térmica británica (btu), que se define como el calor necesario para elevar la temperatura de una libra de agua desde 63 hasta 64 °F.

Densidad: La densidad ρ de un fluido homogéneo (que es su masa dividida entre su volumen) puede depender de muchos factores, tales como su temperatura y la presión a la que está sometido. La densidad de los líquidos varía muy poco en grandes intervalos de la presión y de la temperatura y, sin embargo, la densidad de un gas es muy sensible a los cambios en la temperatura y la presión.

- Temperatura inicial.

Se debe considerar como temperatura inicial a la temperatura de la pieza en el momento en que se introduce al horno, esta varía dependiendo del tipo de proceso y condiciones ambientales, etc.

- Tratamiento:

Ciclo temperatura tiempo: el proceso a realizar está determinado por el equipo disponible, materia prima y mano de obra calificada, pero principalmente en el proceso de curado de pintura se debe respetar el tiempo - temperatura de la materia prima, el fabricante de la pintura determina los parámetros de utilización de su producto, por lo que se deberá tener en cuenta al proveedor para que el proceso sea satisfactorio.

- Temperatura normal de utilización, máxima y mínima.

Estas temperaturas dependen de la materia prima y sus características implícitas en su calidad y productos que la componen, por lo que se deberá preguntar al proveedor las temperaturas adecuadas de curado.

- Precisión de temperatura requerida:

La exactitud de control de la temperatura depende de los datos obtenidos del proveedor, con lo cual se adecuará el control de temperatura mas apropiado para el proceso.

- Presencia o no de atmósfera controlada

En lo que se refiere al proceso de curado de pintura, la atmósfera dentro del horno no es tan estricta pero debemos cuidar que la combustión no produzca residuos sólidos (hollín) que dañen la producción.

- Producción:

Producción horaria o por ciclo carga

Es necesario hacer una planeación de la producción, para determinar la cantidad de piezas que se desean producir por una determinada cantidad de tiempo.

- Posibilidad de dividir la producción en varios hornos.

En ocasiones la cantidad de producción no puede ser cubierta por un solo equipo, lo que origina la necesidad de utilizar otros hornos para alcanzar la demanda del producto.

Utilización del equipo (días, horas, semanas.)

Es necesario realizar un plan de trabajo para el horno, ya que existe la necesidad de parar en determinados tiempos transcurridos, debido al mantenimiento preventivo y correctivo de los dispositivos que lo conforman.

- Exigencias de fabricación.

Si se instala el horno dentro de un proceso concreto de fabricación, hay que tener en cuenta:

El entorno / ambiente general

Es importante saber donde se instalará el horno ya que varios dispositivos deben ser calibrados con precisión y los componentes deben ser calculados adecuadamente al lugar geográfico.

El proceso de fabricación en que se inserta el horno (operaciones anteriores y posteriores).

En la planeación de la producción se encuentran descritas las actividades anteriores al curado de pintura y las posteriores, se consideran estas actividades para eficientar la producción.

- Calificación del personal de fabricación y su disponibilidad.

El personal de producción debe estar calificado para realizar las actividades correspondientes al proceso.

- Características de energía disponible

Los energéticos utilizados en los hornos principalmente consisten en, energía eléctrica. Gas natural y gas LP.

Posibilidades de fluidos auxiliares (agua, aire comprimido etc.)

la salida de fuentes (agua, vapor, etc.)

Es necesario contemplar salidas de materiales de desecho previamente tratados para que no se produzca un desequilibrio ambiental.

2. Posibilidades tecnológicas del constructor

Comprobar que el ciclo de temperatura requerido sea realizable en condiciones industriales razonables.

Determinar el horno alrededor de:

La carga cuando se trata de cargas unitarias grandes.

Es necesario determinar la cantidad de material que se introducirá en el horno para calcular el quemador adecuado.

- La producción.

- tiempo de enfriamiento de la carga

3. Posibilidades económicas del constructor

el costo total de explotación de un horno, referido a la unidad producida es la suma de los siguientes factores principales:

- Costo de la energía
- Costo de la mano de obra directa
- Costo de la mano de obra de control y supervisión
- Costo de materias consumible y fluidos diversos, aparte de la energía.
- Amortización de la instalación
- Costo del mantenimiento

Para efectuar la correcta selección de un horno es preciso establecer su costo previsto de explotación. Es mas que un balance energético. En particular el factor mantenimiento puede jugar un papel importante, no por su importancia eventual sino, sobre todo, por el tiempo de inmovilización del horno.

2.1. - Tipo de horno a fabricar de acuerdo a las necesidades del cliente.

Retomando unos párrafos atrás podemos recabar la información específica necesaria para la fabricación de un horno adecuado al proceso del cliente.

1. Datos obtenidos del cliente.

- carga a tratar

- Forma de la carga o piezas: gabinetes metálicos de construcción monobloc. para mas información ver la tabla # 11 del anexo "a"

- Naturaleza del material, ver tabla # 12 del anexo "a".

Material : acero dulce

Calor específico: $0.461 \text{ kJ}/(\text{kg} \times ^\circ\text{k})$

Densidad: $7.85 \text{ kg}/\text{dm}^3$ (kilogramos sobre decímetro cubico)

- Temperatura de trabajo:

Temperatura inicial (t_i): $30^\circ\text{c} = 303.15^\circ\text{k}$

Temperatura final (t_f) : $220^\circ\text{c} = 493.15^\circ\text{k}$

- Tratamiento:

- Ciclo temperatura tiempo: 180°c con permanencia de 15 min (recomendado por el proveedor de la pintura).

- Temperatura normal de utilización, máxima y mínima.

Temperatura máxima (t_{max}): $220^\circ\text{c} = 493.15^\circ\text{k}$

Temperatura mínima (t_{min}): $180^\circ\text{c} = 453.15^\circ\text{k}$

- Precisión de temperatura requerida:

Se requiere de $\pm 5^{\circ}\text{c}$.

- Presencia o no de atmósfera controlada:

Para este tipo de proceso no aplica la atmósfera controlada, por lo que este factor se omite.

• Producción:

- Producción horaria o por ciclo carga:

Se requiere de una producción de 240 pzas. por turno.

- Posibilidad de dividir la producción en varios hornos:

El horno que se diseñará será capaz de responder a las demandas de producción por lo que este rubro no aplica.

- Utilización del equipo (días, horas, semanas.):

El equipo será capaz de realizar trabajo continuo si el cliente lo desea, solo será puesto fuera de servicio en los casos de requerimiento de mantenimiento de los componentes.

Esta información obtenida nos da la pauta para diseñar el horno adecuado a las necesidades del proceso, las características necesarias del horno se presentan en los siguientes apartados de tal manera que se desarrolle el proyecto teniendo una secuencia lógica para la construcción de cada uno de los componentes que lo conforman.

2.2. - Calculo del tamaño del horno.

Si se han de calentar sólidos en un horno, primeramente debe generarse (liberarse o desprenderse) calor en el mismo. A continuación debe transmitirse el calor al material que se ha de calentar (piezas a calentar, carga, materias primas) y distribuirse finalmente en la carga, cumpliendo con las especificaciones de la ingeniería metalúrgica o cerámica. Estas especificaciones abarcan la temperatura final de la carga, la uniformidad de la temperatura en la misma y el tiempo a temperatura. También se especifica, en ocasiones, la velocidad de calentamiento y la velocidad de enfriamiento.

Para una clara comprensión del proceso de calentamiento se recomienda comenzar por las propiedades físicas del material que se ha de calentar.

El calor que ha de impartirse a la carga es igual al producto del peso de la carga por la elevación de la temperatura y por el calor específico medio de la carga.

El calor específico de los materiales metálicos y no metálicos, el contenido calorífico específico de los materiales férricos puede obtenerse de las curvas de la gráfica # 2 (contenido de calor de diversos metales) localizada en el anexo "b". Esta muestra el contenido calorífico específico del hierro y del acero, ilustrando el efecto de la variación del contenido de carbono, según los resultados de diversos investigadores. La adición de diversas cantidades de elementos de aleación, tales como el níquel, cromo o magnesio cambia muy poco el contenido calorífico específico del acero. El calor específico del "inconel" (75.5% de níquel, 13% de cromo, 6.5% de hierro) difiere solo un 1% del calor específico del acero suave.

Para encontrar la cantidad de calor absorbida por la carga se ilustra por el siguiente ejemplo: una barra de acero de 0.3% de carbono, que pesa 113.3kg, tiene una temperatura de 37.7° c. al colocarla en el horno, ha de ser calentada a 1204° c. según la gráfica mencionada arriba, el contenido calorífico (sobre 0° c) al encontrarse la barra a esa temperatura es de 6.1kcal/kg y cuando se extrae del horno, si sea calentado de manera uniforme a 1204° c, el contenido calorífico es 204.97 kcal/kg. En consecuencia 113.3 Kg multiplicado por $(204.97-6.1) = 22\ 535\text{kcal}$, que es el calor absorbido por la barra.

Flujo calorífico en la carga: si se calienta una barra por medio de una corriente eléctrica que pasa por ella, el calor se genera de manera uniforme a lo largo de toda la sección transversal de la barra. Pero, en la gran mayoría de los procesos de calentamiento, el calor penetra en la carga a través de su superficie y fluye desde allí hasta el interior de las piezas o de la carga. El flujo calorífico requiere una diferencia de temperatura en la pieza. En efecto, de alguna de las variables que influyen en el flujo calorífico se ilustra por el simple caso de la transmisión uniforme del calor a través de una placa. el calor transmitido de manera uniforme se presenta por la siguiente ecuación:

flujo calorífico en Kcal.	conductividad kcal/m, h, °c	área m ²	diferencia en temperaturas en °c
$\frac{q}{t}$	=	$\frac{c \times a \times (t_1 - t_2)}{s}$	
horas		espesor de la placa en metros	

q = flujo calorífico

t = tiempo

c = conductividad

a = área

s = espesor

t₁ = temperatura inicial

t₂ = temperatura final

Pero al calentarse una carga, la transmisión de calor raramente es paralela y nunca permanente. Es transitoria, lo que significa que la temperatura en un punto dado de la carga cambia con el tiempo. En la transmisión de calor transitoria, la ecuación anterior se reemplaza por tres ecuaciones diferentes, una por cada coordenada del espacio. La solución general de estas ecuaciones diferenciales, por medio de las cuales se puede encontrar la temperatura en cada punto dado y en un momento determinado, es usualmente imposible. Pueden resolverse estas ecuaciones para algunas formas simples, como placas, cilindros o esferas. Las soluciones pueden ser desarrolladas en forma gráfica.

Con los datos proporcionados por el cliente y analizando las necesidades del proceso se puede determinar las dimensiones del equipo requerido, para la satisfacción total del proceso.

A continuación calcularemos el tamaño necesario del horno:

Datos necesarios:

Con la tabla # 11. proporcionada por el cliente acerca de las piezas que desea pintar podemos obtener las dimensiones necesarias para iniciar los cálculos del tamaño del horno, esta tabla se encuentra en el anexo "a".

Tamaño de la pieza: alto = 1200mm = 3.93 ft.

Ancho = 1000mm = 3.28 ft.

prof. = 300 mm = 0.98 ft.

Cantidad de piezas a producir: 30 pzas/ hrs. = 0.5 pzas./ min.

Velocidad del transportador (v): $v = 2$ ft/min.

Separación entre piezas: $s_p = 0.72$ ft.

Permanencia de la pieza en el horno (t_n): $t_n = 15$ min.

Con los datos mencionados se procede a realizar el desarrollo:

Formula:

$$\text{Longitud del horno}(l_h) = l_h = v \times t_n$$

Sustitución:

$l_h = (2 \text{ ft/min})(15\text{min}) = 30 \text{ ft}$. Esta es la longitud necesaria para proporcionar el tiempo requerido por el proveedor de la pintura, elevando la temperatura se puede reducir el tiempo de permanencia dentro del horno, pero en este caso se deja con el resultado obtenido debido a que si se pretende aumentar la producción, el horno pueda responder a la necesidad futura.

Resultado:

$$l_h = 30 \text{ ft.}$$

En este caso se utilizaran laminas de 8'-0" x 3'-0" de largo, por este motivo y por dejar un poco sobrada la capacidad del horno la altura del horno (a_h) esta comprendida en:

$$a_h = 8'-6"$$

Esta altura corresponde a la suma de la longitud de la lamina más el ancho del panel, mas la altura de la base.

Esto es: $8'-0" + 4" + 2" = 8'-6"$ respectivamente.

El ancho del horno (h_n) se determina con respecto a la profundidad de la pieza que será procesada multiplicada por tres mas las esquinas del horno, por lo que el ancho de este es de:

$$h_n = 5'-10''$$

Con estas dimensiones podemos continuar con los cálculos necesarios para la determinación de los dispositivos requeridos,

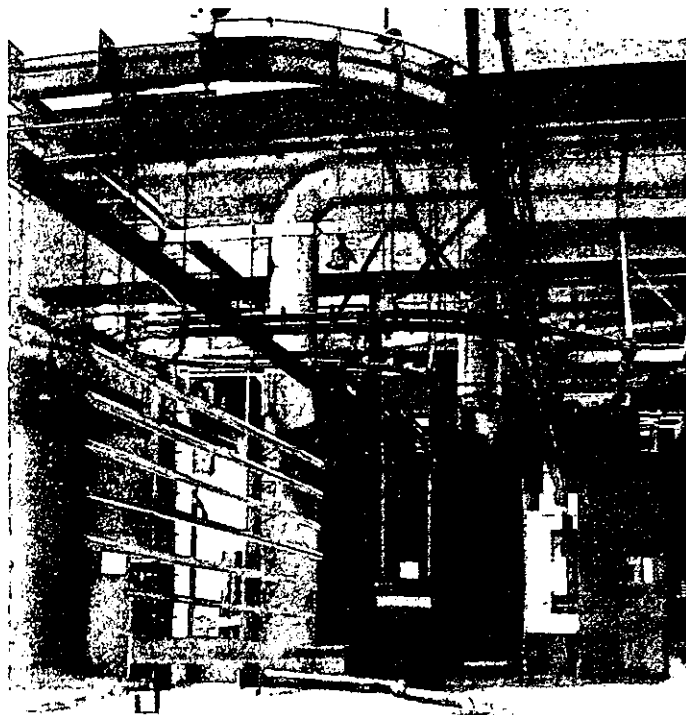


figura n° 6

2.3. - Memoria de calculo.

Es necesario calcular algunas variables que determinan el buen funcionamiento del equipo como es el volumen de los ventiladores y el poder calorífico del quemador.

Proseguimos con él calculo de los ventiladores necesarios para el horno de curado de pintura, ya que es una parte muy importante para el éxito del proyecto.

Iniciamos con el calculo del ventilador de recirculación:

datos:

Volumen del horno (v_h): este corresponde al volumen interior del equipo, por lo que las dimensiones vistas en el apartado anterior varían un poco.

Largo = 29'-4"

Alto = 8'-2"

Ancho = 5'-2" por lo tanto:

$$v_h = (29'-4")(8'-2")(5'-2") = 1237.70\text{ft}^3$$

Cambios de volumen por minuto = tres cambios por minuto.

Altitud de la localidad donde será usado: CD de México 2550msm (metros sobre el nivel del mar) y 4 in wc de pe (pulgadas de columna de agua de presión estática).

Con lo anterior podemos calcular la capacidad (c_v) del ventilador:

Formula:

$$c_v = v_h(3)$$

Sustitución

3713.11ft³/min: se requiere del manejo de:

3713ft³/min a 4" wc y a 220°C, será necesario hacer las siguientes correcciones:

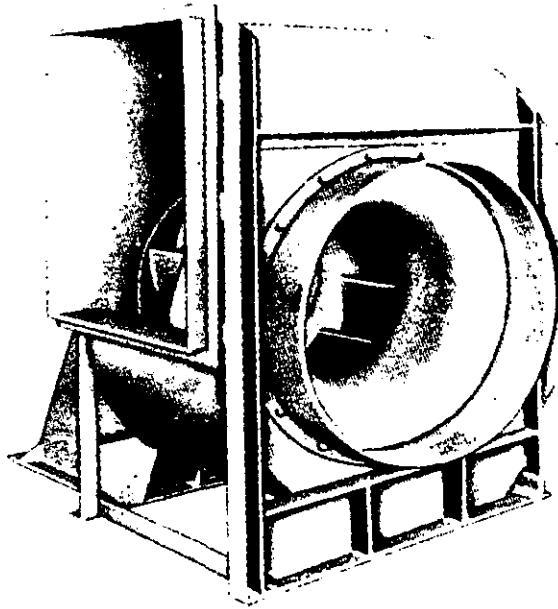
1. - Para 220°C el factor de corrección según la tabla # 13 que se encuentra en el anexo "a", con una altitud de 2550msm, aproximadamente es de 2.11.

2. - Con este factor podremos obtener la presión estática necesaria como se muestra a continuación:

(4" wc)(2.11)=8.44"wc de pe a 20°C al nivel de la ciudad de México.

3. - La elección apropiada del tamaño del ventilador se basa entonces en 3713ft³/min a 8.44 pe. Estas especificaciones indican que deberá usarse un ventilador n°15 con rotor ah, que permite obtener 3936ft³/min a 10"wc de pe requiriendo 9.10 bhp a 1618 rpm.

Estos valores podrán ser verificados en la tabla # 14 que se encuentran en el anexo "a" de esta tesis.



CENTRIFUGAL FANS

figura n°7

- **Calculo del ventilador de extracción.**

La cantidad de aire de extracción se basa en el hecho de que el aire pierde humedad, así como también las piezas pintadas, dicha humedad debe ser extraída del horno para que esta no perjudique la calidad de las piezas pintadas.

Por tal motivo es necesario extraer un volumen de aire por minuto que es de $1237\text{ft}^3/\text{min}$ a $4''\text{wc}$.

Con estas especificaciones encoframos que se requiere de un ventilador n° 9 con rotor ah (tipo de rotor) que permite obtener 1290 ft³/min a 10"wc requiriendo 2.97bhp (potencia corregida) y 2614 rpm (revoluciones por minuto).

Por ultimo tenemos el calculo de los ventiladores de sello.

Estos ventiladores se colocan en la entrada y salida del horno y sirven para encapsular la temperatura dentro del horno proveen de una ligera cortina de aire en posiciones encontradas con lo cual no se permite que la temperatura del horno se desperdicie.

Como la presión dentro del horno debe ser nula los sellos deben contar con una presión mínima para evitar que la pintura en la entrada llegue a desprenderse.

Con la explicación anterior se puede determinar que el ventilador requiere de un manejo de volumen alto a una presión mínima por lo que los ventiladores apropiados serán:

formula:

$$C_v \text{ sellos} = 2 (V_h)$$

sustitución:

$$1237.70\text{ft}^3(2) = 2475.4\text{ft}^3/\text{min a } 4" \text{ wc}$$

De la tabla # 14, que se encuentra en el anexo "a", de ventiladores podemos escoger el n° 11 con rotor ah que permite obtener 2508 ft³/min a 4" wc de pe, requiriendo 2.97 bhp a 1609 rpm.

Calculo del quemador.

La cantidad de calor requerido por la carga, mas el calor que absorbe el herramental, determina la capacidad del quemador.

Las perdidas por fuga de temperatura se consideran mínimas por lo que en este caso no aplican

Basándonos en los datos obtenidos en el apartado correspondiente al calculo del tamaño del horno, tenemos la información necesaria para elegir el quemador mas apropiado para el proceso.

Calculo de la cantidad de calor.

datos:

carga: 30 pz/ hr

Peso de la pieza: 53.4 kg

Temperatura de la pieza a la entrada del horno (t_i):

$30^{\circ}\text{c} = 303.15^{\circ}\text{k}$

Temperatura de la pieza dentro del horno (t_f): $220^{\circ}\text{c} \approx 493.15^{\circ}\text{k}$

Se utiliza la temperatura máxima de operación para que se logre trabajar a mas velocidad si el proceso lo requiere.

Calor específico (c_e): $0.461 \text{ kJ}/(\text{kg} \times ^\circ\text{K})$

masa de la carga (m):

Para obtener la masa de la carga es necesario realizar la siguiente operación.

$m = (\text{carga})(\text{peso de la pieza})$.:

$$m = (30 \text{ pz./hr.})(53.4 \text{ kg/pz.}) = 1,602 \text{ kg/hr.}$$

Con este dato contamos la información necesaria para realizar el cálculo de la cantidad de calor requerida.

formula:

La cantidad de calor requerido (q) es:

$q = m c_e (t_f - t_i)$ sustituyendo los valores .

$$q = (1602 \text{ kg/hr})(0.461 \text{ kJ}/(\text{kg} \times ^\circ\text{K}))(493.15^\circ\text{K} - 303.15^\circ\text{K})$$

$$q = 140,319.18 \text{ kJ/hr} = 132,996.92 \text{ btu/hr}$$

De acuerdo a las especificaciones de los quemadores la eficiencia máxima de un quemador del tipo que se usara es de aproximadamente 50% de eficiencia, por lo que la capacidad real sería:

$q = (140,319.18 \text{ kJ/ hr}) / .05 = 280,688.36 \text{ btu/hr}$ pero esta cantidad de calor todavía no es la correcta ya que existen pérdidas por la transferencia de calor, la extracción de gases y el escape de aire caliente del cuerpo del horno.

De tal manera que la cantidad de calor neta para el proceso será igual a:

$$(280,688.36 \text{ btu/hr}) / 0.3 = 935627.86 \text{ btu/hr.}$$

Con esto nos damos cuenta de la gran cantidad de calor que se desperdicia en este tipo de hornos, pero no podemos eliminar por completo todos estos factores que están implícitos en los equipos. De tal manera que debemos buscar soluciones y tratar de avanzar en el diseño de mejores sistemas para reducir las pérdidas de energía.

De acuerdo a la cantidad obtenida en btu/hr es posible determinar mediante la tabla # 15, esta contiene información de quemadores que aparecen en el anexo "a" y con estas se podrá elegir el equipo más adecuado al proceso.

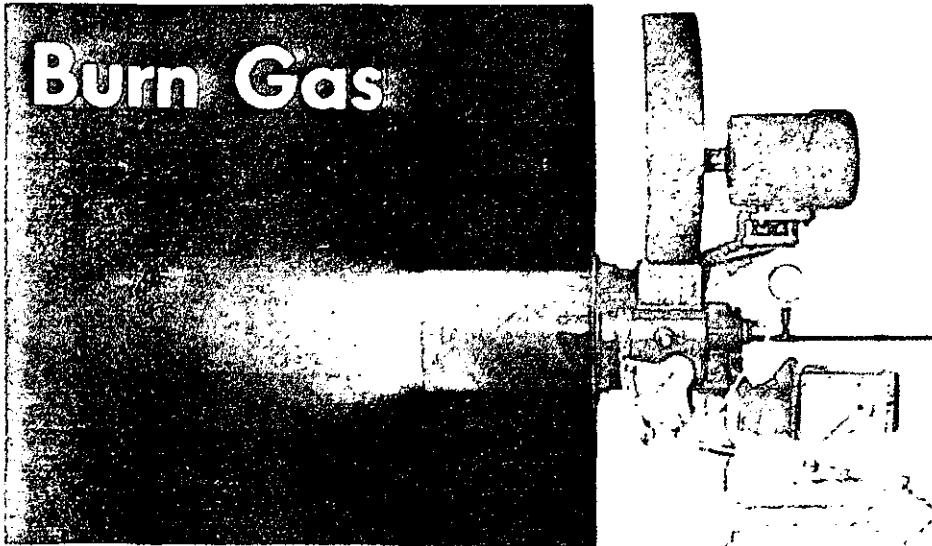


figura n°8

2.4. -Selección de partes y componentes del horno

Los elementos con que se construyen los hornos son simples y bien conocidos, pero parece apropiado describirlos brevemente en este momento, de manera que no se presenten dudas más adelante. En la mayoría de los hornos, las piezas o carga que han de calentarse se apoyan sobre la solera. Para proteger las cimentaciones e impedir que la solera se ablande, se disponen espacios abiertos debajo de aquélla para la ventilación por circulación de aire; se dice en este caso que la solera está ventilada.

El combustible y el aire entran en el horno a través de orificios o quemadores. Los quemadores realizan la combustión en la block de mampostería de los mismos. Los productos de la combustión abandonan el horno a través de conductos de ventilación y galerías pasando a través de canales de humos y chimeneas.

La cámara de calefacción está rodeada por las partes laterales, que soportan la bóveda, la cual tiene por lo general, la forma del arco apoyado con su salmer (soporte) sobre las paredes laterales o sobre una estructura exterior de acero. El apoyo del salmer se denomina manchón. Los salmeres forman la imposta o arranque del arco y el punto más elevado de éste se denomina coronación y la cuerda que une a los salmeres, o impostas se denomina flecha de arco.

El empuje ejercido por el arco se recoge por los enlaces, que consisten en vigas de atirantar verticales (construidas de hierro fundido o acero moldeado, carriles u otro material de estructura) y tirantes o úes de atirantar, que mantienen sujetas las vigas verticales.

Generalmente la bóveda está arqueada en una sola dirección. Si el arco está curvado en dos direcciones, se denomina arco con forma de caparazón de tortuga. Se disponen los arcos(en anillos) o enlazados. Cuando se dispone en anillos, el arco consiste en un cierto número de copas independientes; cuando están enlazados, los ladrillos de una hilera se introducen en las adyacentes.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

El material más común en la construcción de hornos es el ladrillo refractario, que se fabrica con arcilla refractaria. Estos últimos contienen minerales que bajan su punto de fusión. La mayor parte de la obra de fabrica se construye con ladrillo normalizado, que antiguamente tenía las dimensiones (y en algunos casos aún tiene) de 63.5mm (2 ½") x 114.3mm (4 ½") x 228.6mm (9)". También se encuentra con frecuencia el ladrillo de 76.2mm (3") x 114.3mm (4 ½") x 228.6mm (9)" esto significa que se dispone actualmente, de ladrillos de formas muy diversas en dos series que se denominan ladrillos de 2 ½" y ladrillos de 3". en cada serie existen ladrillos con medio espesor que se denominan "cortados" y ladrillos con la mitad del ancho llamados "jabones".

Para evitar un trabajo excesivo en el corte de los ladrillos. Todos los fabricantes de ladrillos producen por general, ladrillos de arco, ladrillos de cuña, ladrillos de montante de puerta y ladrillos de formas diversas, incluyendo en sus catálogos las dimensiones y los precios. Las listas de precios están al alcance de todo el mundo y se pueden obtener fácilmente.

Las formas especiales se hacen bajo pedido. Son más costosas que las piezas normales que aparecen en los catálogos. Para reducir las perdidas de calor se construyen frecuentemente con ladrillo refractario aislante (llamado también ladrillo ligero) o se recubre también con material aislante, que es un material refractario finamente dividido. Los ladrillos ligeros sirven también, actualmente como aislante para colocar detrás del ladrillo denso. Raramente se colocan ladrillos en seco, generalmente se coloca una capa delgada de mortero entre ellos. Se protegen ocasionalmente, de la temperatura y atmósfera del horno por un lavado, que se realiza por cepillado o por pulverizado (chorro) con una pistola.

Otros materiales aislantes para paredes y techos de hornos son arcilla refractaria plástica retacada in situ y hormigón hidráulico resistente al calor (compuestos refractarios para moldear), lana mineral y actualmente la fibra cerámica.

En este apartado encontraremos los materiales necesarios para la realización del proyecto, es necesario que los dispositivos cumplan con las normas internacionales de seguridad.

La tabla # 17 presenta la lista de materiales correspondientes para la construcción de un horno para curado de pintura de tipo recto con alimentación continua.

PART.	DIBUJO	CANT. U	DESCRIPCION
00			ENSAMBLE GENERAL DE HORNO.
10			MISELANEOS .
20			AISLAMIENTO DE PANELES Y CUERPO.
30			PANELES DEL CUERPO Y CAMARA DE COMBUSTIÓN.
40			VENTILADORES RECIRCULACIÓN Y EXTRACCIÓN.
50			SISTEMA DE COMBUSTIÓN.
60			TUBERIA SISTEMA DE COMBUSTIÓN.
70			SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA.
80			SISTEMA ELECTRICO DE CONTROL.

DESCRIPCION _____

TIPO DE EQUIPO HORNO CURADO PINTURA

FECHA 09 DE JULIO 2001

CONTRATO No: PUMA

NOMBRE R.C.M.

TABLA # 17 (lista de materiales)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

LISTA DE MATERIALES
CIENIT - UNAM

PART.	DIBUJO	CANT. U.	DESCRIPCIÓN
00-01		10 PZAS	CANAL DE 3" ϕ 6.1 KG/M X 20'-0" LARGO NEGRA
00-02		4 PZAS	CANAL DE 4" ϕ 8.0 KG/M X 20'-0" LARGO NEGRA
00-03		3 PZAS.	ANGILO DE 3" X 3" X 1/4" X 20'0" LARGO
00-04		43 PZAS.	LAMINA GALVANIZADA CAL. 18 DE 3'-6" X 10'-0"
00-05		43 PZAS	LAMINA NEGRA 1010 CAL. 18 DE 3'-0" X 10'-0"
00-06		4 PZAS	LAMINA GALVANIZADA CAL. 18 DE 4'-0" X 10'-0"
00-07		4 PZAS.	LAMINA NEGRA 1010 CAL. 18 DE 4'-0" X 10'-0"
00-08		8 PZAS.	LAMINA NEGRA 1010 CAL. 16 DE 4'-0" X 10'-02
00-09		2 PZAS	LAMINA NEGRA 1010 CAL. 12 DE 4'-0" X 10'-0"
00-10		2 PZAS	LAMINA NEGRA 1010 CAL. 14 DE 4'-0" X 10'-0"

DESCRIPCION

TIPO DE EQUIPO TORSO CURADO PINTURA

FECHA 09 DE JULIO 2001

CONTRATO No PUMA

NOMBRE R.C.M.

TABLA # 17 (lista de materiales)

PART	DIBUJO	CANTIDAD	DESCRIPCION
00-11		2	PZAS. LAMINA NEGRA 1010 CAL. II DE 4'-0" X 10'-0"
00-12		2	PZAS. PLACA DE 3/8" NEGRA 1010 3'-0" X 10'-0"

DESCRIPCION _____

TIPO DE EQUIPO HORNO CURADO PINTURA

FECHA 09 DE JULIO 2001

CONTRATO No. PUMA

NOMBRE R.C.M

TABLA # 17 (lista de materiales)

<u>PART</u>	<u>DIBUJO</u>	<u>CANT. U.</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>
10-01		100	PZAS. TORNILLO HEXAGONAL DE 3/8" O X 1 1/2" LARGO CON TUERCA
10-02		100	PZAS. ROLDANA PLANA DE 3/8" DIAMETRO
10-03		500	PZAS. PIJA CON PUNTA DE BROCA CAL 3.16" X 3.4" LARGO
10-04		12	PZAS. TACON DE HELE DE 1" ESPESOR X 3" DIAMETRO
10-05		20	PZAS. TORNILLO HEXAGONAL DE 1/2" DIAMETRO X 2 1/2" LARGO CON TUERCA Y ROLDANA
10-06		300	PZAS. TORNILLO HEXAGONAL DE 1/4" DIAMETRO X 1 1/2" DIAMETRO CON TUERCA

DESCRIPCION

TIPO DE EQUIPO HORNO CURADO PINTURA

FECHA 09 DE JULIO 2001

CONTRATO No: PUMA

NOMBRE R.C.M.

TABLA # 17 (lista de materiales)

<u>PART</u>	<u>DIBUJO</u>	<u>CANT.</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>
20-01		45 PZAS.	FRAMO DE LANA MINERAL DE 8 LBS DENSIDAD 4'-0" ANCHO X 10'-0" LARGO
20-02		3 PZAS.	ROLLO DE FIBRA CERÁMICA DE 8 LBS DE DENSIDAD DE 1" ESPESOR, X 24" DE ANCHO X 25'-0" LARGO.

DESCRIPCIÓN _____

TIPO DE EQUIPO HORNO CURADO PINTURA

FECHA 09 DE JULIO 2001

CONTRATO No: PCMA

NOMBRE R C M

Tabla # 17 (lista de materiales)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

LISTA DE MATERIALES
 CLIENTE: UNAM

PART	DIBUJO	CANT. U.	DESCRIPCION
30-01		5 PZAS.	LAMINA DE ACERO INOX. 304 CAL. 18 DE 4'-0" ANCHO X 10'-0" LARGO
30-02		1 PZAS.	LAMINA DE ACERO INOX. 304 CAL. 14 DE 4'-0" ANCHO X 10'-0" LARGO
30-03		2 PZAS.	LAMINA DE ACERO INOX. 304 CAL. 11 DE 4'-0" ANCHO X 10'-0" LARGO
30-04		1 PZAS.	TRAMO DE REDONDO DE 2" DE DIAMETRO X UN METRO DE LARGO INOX.304
30-05		45 PZAS.	LAMINA NEGRA 1010 CAL. 18 DE 3'-0" X 10'-0"
30-06		4 PZAS.	LAMINA GALVANIZADA CAL. 18 DE 4'-0" X 10'-0"
30-07		4 PZAS.	LAMINA NEGRA 1010 CAL. 18 DE 4'-0" X 10'-0"
30-08		8 PZAS.	LAMINA NEGRA 1010 CAL. 16 DE 4'-0" X 10'-02
30-09		2 PZAS.	LAMINA NEGRA 1010 CAL. 12 DE 4'-0" X 10'-0"
30-10		2 PZAS.	LAMINA NEGRA 1010 CAL. 14 DE 4'-0" X 10'-0"
30-11		2 PZAS.	LAMINA NEGRA 1010 CAL. 11 DE 4'-0" X 10'-0"

DESCRIPCION _____ TIPO DE EQUIPO HORNO CURADO PINTURA
 FECHA 09 DE JULIO 2001 CONTRATO No. PUNIA NOMBRE R.C.M

TABLA # 17 (lista de materiales)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

LISTA DE MATERIALES
CLIENTE: UNAM

PART.	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
30-12	100 PZAS.	TORNILLO HEXAGONAL DE 3/8" O X 1 1/2" LARGO CON TUERCA
30-13	100 PZAS.	ROLDANA PLANA DE 3/8" DIÁMETRO
30-14	500 PZAS.	PIJA CON PUNTA DE BROCA CAL 5/16" X 3/4" LARGO
30-15	12 PZAS.	FACON DE HULE DE 1" ESPESOR X 3" DIÁMETRO
30-16	20 PZAS.	TORNILLO HEXAGONAL DE 1/2" DIÁMETRO X 2 1/2" LARGO CON TUERCA Y ROLDANA
30-17	300 PZAS.	FORNILLO HEXAGONAL DE 1/4" DIÁMETRO X 1/2" DIÁMETRO CON TUERCA

DESCRIPCIÓN _____

TIPO DE EQUIPO HORNO CURADO PINTURA

FECHA 09 DE JULIO 2001

CONTRATO No: PUMA

NOMBRE R.C.M

TABLA # 17 (lista de materiales)

PART.	DIBUJO	CANT. U.	DESCRIPCION
40-01		1 PZA.	VENTILADOR RECIRCULACION DE AIRE VOLUMEN 3936 PCML A 10" W.C. A 70 ° F TEMPERATURA DE OPERACION 400° F PARA OPERAR EN LA CIUDAD DE MÉXICO, 2,550 MSM VENTILADOR TAMAÑO 30 CON AISLAMIENTO PARA 500 ° F PARA OPERAR A 1,618 RPM 9 10 BHP CON MOTOR DE 10 H.P. 1,750 RPM.
40-02		1 PZA	VENTILADOR EXTRACCION DE AIRE VOLUMEN 1290 PCML A 10" W.C. A 70 ° F TEMPERATURA DE OPERACION 300° F PARA OPERAR EN LA CIUDAD DE MEXICO, 2,550 MSM TAMAÑO 9 CLASE II TIPO I.S. PARA OPERAR A 2,614 RPM. 2.97 BHP DESCARGA UB CON MOTOR DE 3 H.P. 1,750 RPM.
40-03		2 PZA.	VENTILADOR PARA SELTOS DE AIRE VOLUMEN 2508 PCML A 4" W.C. A 70 ° F TEMPERATURA DE OPERACION 300° F PARA OPERAR EN LA CIUDAD DE MEXICO, 2,550 MSM TAMAÑO 11 CLASE II TIPO I.S. PARA OPERAR A 1609 RPM. 2.97 BHP CON MOTOR DE 3 H.P. 1,750 RPM.

DESCRIPCION TIPO DE EQUIPO HORNO CURADO PINTURA

FECHA 09 DE JULIO 2001

CONTRATO No: PUNIA

NOMBRE R.C.M

TABLA # 17 (lista de materiales)

PART	DIBUJO	CANT	DESCRIPCION
40-04		1	PZA. POLEA DE 3 RANURAS TIPO B DE 8.4 D.P CON BUJE PARA FLECHA DE 2 7/16" DIAMETRO
40-05		1	PZA. POLEA DE 3 RANURAS TIPO B DE 8.4 D.P CON BUJE PARA FLECHA DE 1 5/8" DIAMETRO
40-06		1	PZA. POLEA DE UNA RANURA TIPO B DE 8.4 D.P. CON BUJE PARA FLECHA DE 1 11/16" DIAMETRO.
40-07		1	PZA. POLEA DOS RANURAS TIPO B DE 5.8 D.P. CON BUJE PARA FLECHA DE 7/8" DIA.

DESCRIPCION _____ TIPO DE EQUIPO HORNO CURADO PINTURA
 FECHA 09 DE JULIO 2001 CONTRATO No PUMA NOMBRE R.C.M.

LABIA # 17 (lista de materiales)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

LISTA DE MATERIALES
CLIENTE: UNAM

<u>PART.</u>	<u>DIBUJO.</u>	<u>CANT. U.</u>	<u>DESCRIPCION</u>
50-01		1 PZA.	QUEMADOR MAXON OVEN PACK CON CAPACIDAD DE 1000,000 BTU/HORA CON MICRO SWITCH DE FUEGO BAJO BASE PARA MODUTROL M 7284 1001, VARILLA DE DETECTORA DE FLAMA Y JUEGO DE VARILLA PARA CONTROL DE MODUTROL.
50-02		2 PZA.	VALVULA DE SEGURIDAD CONTROL DE GAS MARCA HONEYWELL MODELO V5055-A1020 CUERPO DE 1 1/2" DIAMETRO CON ACTUADOR V 4055A 1007 120 VOLTS.
50-03		1 PZA.	SWITCH ALTA PRESION DE GAS 0-16 OZ. MARCA HONEYWELL MODELO C437G1002 CONEXION DE 1.2" DIAMETRO.
50-04		1 PZA.	SWITCH BAJA PRESION DE GAS 0-16 OZ. MARCA HONEYWELL MODELO C437H1027 CONEXION DE 1/2" DIAMETRO.
50-05		1 PZA.	REGULADOR MARCA FISHER MODELO S-102 CUERPO DE 1" DIAMETRO ROSCADO GASTO 800 CFH GAS L.P. ORIFICIO DE 3/16" DIAMETRO PRESION DE ENTRADA 25 LIBRAS PRESION DE SALIDA 1.5 A 2.5 LBS. RESORTE T1020027022 AZUL

DESCRIPCION

TIPO DE EQUIPO HORNO CURADO PINTURA

FECHA 09 DE JULIO 2001

CONTRATO No. PUMA

NOMBRE R.C.M

TABLEA * 17 (lista de materiales)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

LISTA DE MATERIALES
CLIENTE: UNAM

PART.	DIBUJO	CANT. U.	DESCRIPCIÓN
50-06		1 PZA.	REGULADOR MARCA MAXITROL MODELO RV-81 CUERPO DE 1 1/4" DIAMETRO ROSCADO GASTO 300 CTH GAS L.P. PRESION DE ENTRADA 1.5 LIBRAS PRESIÓN DE SALIDA 1.5 A 3 W.C. RESORTE GRIS
50-07		1 PZA.	REGULADOR MARCA FISHER MODELO R-522 CONEXION DE 1/2" DIAMETRO PRESION DE ENTRADA 1.5 LBS. PRESION DE SALIDA 1.5 A 6 W.C.
50-08		1 PZA.	VALVULA DE BOLA CUERPO DE 1" DIAMETRO 150 LBS. MARCA WORCESTER FIGURA 444 ROSCADA
50-09		2 PZA.	VALVULA DE BOLA CUERPO DE 1 1/2" DIAMETRO 150 LBS. MARCA WORCESTER FIGURA 444 ROSCADA
50-10		2 PZA.	VALVULA DE BOLA CUERPO DE 1/2" DIAMETRO 150 LBS. MARCA WORCESTER FIGURA 444 ROSCADA
50-11		1 PZA.	VALVULA SOLENOIDE MARCA ASCO MODELO 8210G94 N.C DE 1/2" DIAMETRO 120 VOLTS.

DESCRIPCION

TIPO DE EQUIPO HORNO CURADO PINTURA

FECHA 09 DE JULIO 2001

CONTRATO No. PUMA

NOMBRE R.C.M

TABLA # 17 (lista de materiales)

PART	DIBUJO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
50-12	1	PZA.	MANÓMETRO 2 1/2" DIAMETRO CONEXIÓN INFERIOR DE 1/4" DIAMETRO RANGO DE 0- A 2 KG. CM2
50-13	2	PZA.	MANOMETRO 2 1/2" DIAMETRO CONEXIÓN INFERIOR DE 1/4" DIAMETRO RANGO DE 0- A 12 W.C. COLUMNA DE AGUA

DESCRIPCIÓN _____

TIPO DE EQUIPO HORNO CURADO PINTURA

FECHA 09 DE JULIO 2001

CONTRATO No: PL/MA

NOMBRE R.C.M.

LABOR # 17 (lista de materiales)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

LISTA DE MATERIALES
 CLIENTE: UNAM

<u>PART.</u>	<u>DIBUJO</u>	<u>CANT. U.</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>
60-01		1 PZA.	TRAMO DE TUBO DE 1 1/2" DIAMETRO CED. 40 NEGRO X 6 MTS.
60-02		1 PZA.	TRAMO DE TUBO DE 1" DIAMETRO CED. 40 NEGRO X 6 MTS.
60-03		1 PZA.	TRAMO DE TUBO DE 1/2" DIAMETRO CED. 40 NEGRO X 6 MTS.
60-04		2 PZA.	CODO NEGRO 90° ROSCADO 150 LBS. DE 1" DIAMETRO
60-05		1 PZA.	TEE RECTA DE 1" DIAMETRO ROSCADA 150 LBS NEGRA
60-06		3 PZA.	CODO 90° ROSCADO 150 LBS DE 1 1/2" DIAMETRO
60-07		1 PZA.	REDUCCION BUJE DE 1 1/2" O X 1" O ROSCADA 150 LBS
60-08		4 PZA.	CODO 90° ROSCADO 150 LBS DE 1/2" DIAMETRO
60-09		2 PZA.	TUERCA UNION NEGRA ROSCADA DE 1 1/2" DIAMETRO 300 LBS.

DESCRIPCIÓN _____ TIPO DE EQUIPO HORNO CURADO PINTURA
 FECHA 09 DE JULIO 2001 CONTRATO No: PUMA NOMBRE R.C.M.

TABLA # 17 (lista de materiales)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

LISTA DE MATERIALES
 CLIENTE: UNAM

PART.	OBJETO	CANT. U.	DESCRIPCION
60-10		2 PZA.	TUERCA UNION NEGRA ROSCADA DE 1" DIAMETRO 300 LBS.
60-11		2 PZA.	TUERCA UNION NEGRA ROSCADA DE 1/2" DIAMETRO 300 LBS.
60-12		1 PZA.	TEE RECTA DE 1/2" DIAMETRO ROSCADA 150 LBS NEGRA
60-13		4 PZA.	NIPLE NEGRO ROSCADO DE 1 1/2" DIAMETRO X 4" LARGO CED. 40.
60-14		4 PZA.	NIPLE NEGRO ROSCADO DE 1 1/2" DIAMETRO X 6" LARGO CED. 40.
60-15		4 PZA.	NIPLE NEGRO ROSCADO DE 1/2" DIAMETRO X 3" LARGO CED. 40.
60-16		4 PZA.	NIPLE NEGRO ROSCADO DE 1/2" DIAMETRO X 4" LARGO CED. 40.
60-17		4 PZA.	NIPLE NEGRO ROSCADO DE 1" DIAMETRO X 6" LARGO

DESCRIPCION _____

TIPO DE EQUIPO HORNO CURADO PINTURA

FECHA 09 DE JUNIO 2001

CONTRATO No: PUMA

NOMBRE R.C.M.

TABLA # 17 (lista de materiales)

PARTE	DIBUJO	CANT. AL	DESCRIPCION
70-01		1 PZA.	INSTRUMENTO DE CONTROL DE TEMPERATURA MARCA HONEYWELL MODELO UDC230B-CL-6A0-100-0000
70-02		1 PZA.	TERMOPAR TIPO "J" DE 18" DE LARGO CON FUNDA DE ACERO INOX.304 DE 1/2" DE DIAMETRO, CON CABEZA DE CONEXIONES.
70-03		30 MTS	CABLE PARA TERMOPAR TIPO "J" CAL.20 CON AISLAMIENTO DE PVC.

DESCRIPCION

TIPO DE EQUIPO HORNO CURADO PINTURA

FECHA 09 DE JULIO 2001

CONTRATO No: PU MA

NOMBRE R.C.M.

TABLA # 17 (lista de materiales)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

LISTA DE MATERIALES
CLIENTE: UNAM

PART.	DIBUJO	CANT. U.	DESCRIPCIÓN
80-01		1 PZA.	RELEVADOR DE FLAMA MARCA HONEYWELL RAB90F1718 3 SEGUNDOS DE RESPUESTA 120 VOLTS. 60 CICLOS
80-02		1 PZA.	BASE PARA RELEVADOR DE FLAMA Q270A
80-03		1 PZA.	TRANSFORMADOR DE CONTROL 1KVA 220/440 VOLTS PRIMARIO 110 VOLTS SECUNDARIO.
80-04		1 PZA.	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO MARCA. TELEMECANIQUE MOD. GV3M40
80-05		4 PZAS.	ARRANCADOR TERMOMAGNETICO MARCA. TELEMECANIQUE MOD. LC1D1210 F7
80-06		1 PZA.	ARRANCADOR TERMOMAGNETICO MARCA TELEMECANIQUE MOD. LC1D3210F7
80-07		3 PZAS.	RELEVADOR DE SOBRECARGA MARCA TELEMECANIQUE MOD. LR2D1308 CON RANGO DE 2.5 AMP. A 4 AMP.
80-08		1 PZA.	RELEVADOR DE SOBRECARGA MARCA TELEMECANIQUE MOD. LR2D1305 CON RANGO DE 0.6 AMP A 1.0 AMP.

DESCRIPCIÓN: _____

TIPO DE EQUIPO HORNO CURADO PINTURA

FECHA 09 DE JULIO 2001

CONTRATO No. PUMA

NOMBRE R.C.M.

TABLA # 17 (lista de materiales)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

LISTA DE MATERIALES
 CLIENTE: UNAM

PART	DIBUJO	CANT. U.	DESCRIPCIÓN
80-09		1 PZA.	RELEVADOR DE SOBRECARGA MARCA TELEMECANIQUE MOD. LR2D1312 CON RANGO DE 12 AMP. A 18 AMP.
80-10		1 PZA.	DISYUNTOR MAGNETICO DE 3 FASES MARCA TELEMECANIQUE MOD. GV2-L08
80-11		1 PZA.	DISYUNTOR MAGNETICO DE 3 FASES MARCA TELEMECANIQUE MOD. GV2-L05
80-12		1 PZA.	DISYUNTOR MAGNETICO DE 3 FASES MARCA TELEMECANIQUE MOD. GV2-L21
80-13		1 PZA.	DISYUNTOR MAGNETICO DE 3 FASES MARCA TELEMECANIQUE MOD. GB2-CB10
80-14		2 PZAS.	SELECTOR 2 POSICIONES MARCA TELEMECANIQUE MODELO XB2-BD25
80-15		4 PZAS.	BOTÓN OPERADOR VERDE MCA. TELEMECANIQUE MODELO XB2-BA31
80-16		4 PZAS.	BOTÓN OPERADOR ROJO MCA. TELEMECANIQUE MODELO XB2-BA42

DESCRIPCIÓN _____ TIPO DE EQUIPO _____ HORNO CURADO PINTURA _____
 FECHA 09 DE JULIO 2001 CONTRATO No. PUMA NOMBRE R.C.M.

LABIA # 17 (lista de materiales)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

LISTA DE MATERIALES
 CLIENTE: UNAM

PART.	DIBUJO	CANT. U.	DESCRIPCIÓN
80-17		5	PZAS. LUZ PILOTO 120 VOLTS COLOR VERDE MCA. TELEMECANIQUE MOD. XB2-BV33
80-18		2	PZAS. LUZ PILOTO 120 VOLTS. COLOR AMBAR MCA. TELEMECANIQUE MOD. XB2-BV35
80-19		2	PZAS. LUZ PILOTO 120 VOLTS. COLOR ROJO MCA. TELEMECANIQUE MOD. XB2-BV34
80-20		3	PZAS. RELEVADOR MAGNETICO 4 POLOS 2 CONTACTOS N. ABIERTOS 2 N CERRADOS, MARCA TELEMECANIQUE MOD. CA2 DN22 F7
80-21		2	PZAS. TIMER NEUMATICO 0 A 5 MINUTOS MARCA TELEMECANIQUE MOD. LA2-DT4 ON DELAY
80-22		1	PZA. TRANSFORMADOR DE IGMICION 120 VOLTS. PRIMARIO 1 BORNE 6,000 VOLTS SALIDA.
80-23		1	PZA. MODUTROL ACTUADOR MARCA HONEYWELL MOD M 8284C1000
80-24		1	PZA. ALARMA SONORA 120 VOLTS

DESCRIPCION _____ TIPO DE EQUIPO HORNO CURADO PINTURA
 FECHA 09 DE JULIO 2001 CONTRATO No: PUMA NOMBRE R.C.M.

TABLA # 17 (lista de materiales)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

LISTA DE MATERIALES
 CLIENTE: UNAM

PARTE	DIBUJO	CANTIDAD	DESCRIPCION
80-25		5 PZAS.	TABLILLA 20 AMP'S 20 PUNTOS MARCA KUI KA
80-26		3 PZAS.	TUBOS DE NOS MARCADORLS 1-2 Y 3
80-27		500 PZAS.	ZAPATA ESPADA CAL. 14 AMP 326741
80-28		2 PZAS.	TRAMO DE DUCTO PANDUIT 1 1/2" X 2 1/2"
80-29		1 PZA.	MOTOR 1.5 C.P. 4 POLOS 1.750 R.P.M. 220/440 VOLTS 60 HZ T.C.C.V.
80-30		1 PZA.	MOTOR DE 10 C.P. 4 POLOS 1750 R.P.M. 220/440 VOLTS 3 FASES 60 HZ T.C.C.V.
80-31		4 PZAS.	TUBO TUBO CONDUIT PARED GRUESA DE 1" O CON ROSCA Y COPLE
80-32		6 PZAS.	TUBO TUBO CONDUIT PARED GRUESA DE 3/4" O CON ROSCA Y COPLE
80-33		10 PZAS.	TUBO CONDUIT PARED GRUESA DE 1/2" O CON ROSCA Y COPLE

DESCRIPCION _____ TIPO DE EQUIPO HORNO CURADO PINTURA
 FECHA 09 DE JULIO 2001 CONTRATO No: PLUMA NOMBRE R.C.M

TABLA # 17 (lista de materiales)

PART	DIBUJO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
80-34		3 PZAS.	CONDULETO OLB DE 1" DIAMETRO
80-35		6 PZAS.	CONDULETO OLB DE 3/4" DIAMETRO
80-36		10 PZAS.	CONDULETO OLB DE 1/2" DIAMETRO
80-37		3 PZAS.	CONDULETO OT DE 1" DIAMETRO
80-38		6 PZAS.	CONDULETO OT DE 3/4" DIAMETRO
80-39		10 PZAS.	CONDULETO OT DE 1/2" DIAMETRO
80-40		100 MTS.	CABLE CONDUMEX CAL. 8 VINANTEL 90° COLOR NEGRO
80-41		300 MTS.	CABLE CAL. 14 VINANEL 90° COLOR NEGRO CONDUMEX
80-42		200 MTS.	CABLE CAL. 14 VINANEL 90° COLOR ROJO CONDUMEX
80-43		200 MTS.	CABLE CAL. 14 VINANEL 90° COLOR BLANCO CONDUMEX

DESCRIPCIÓN _____

TIPO DE EQUIPO Horno CURADO PINTURA

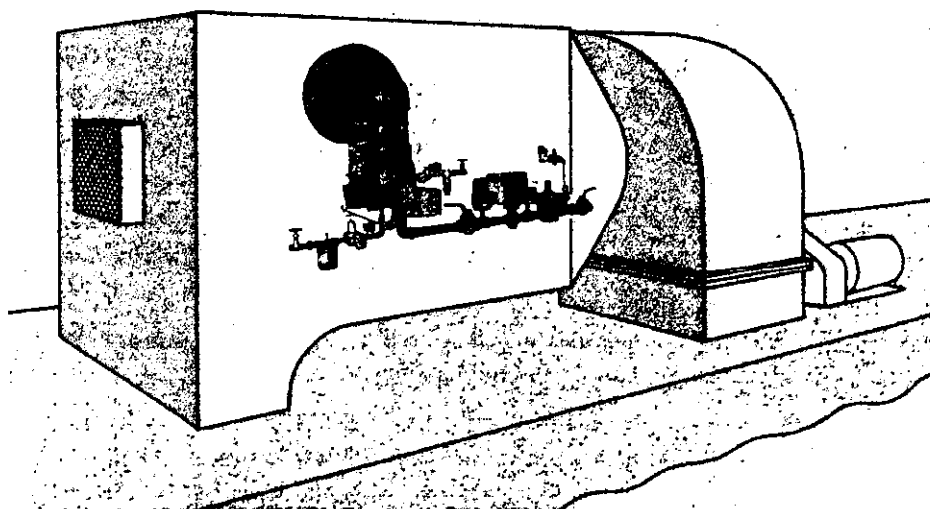
FECHA 09 DE JULIO 2001

CONTRATO No: PUMA

NOMBRE R.C.M.

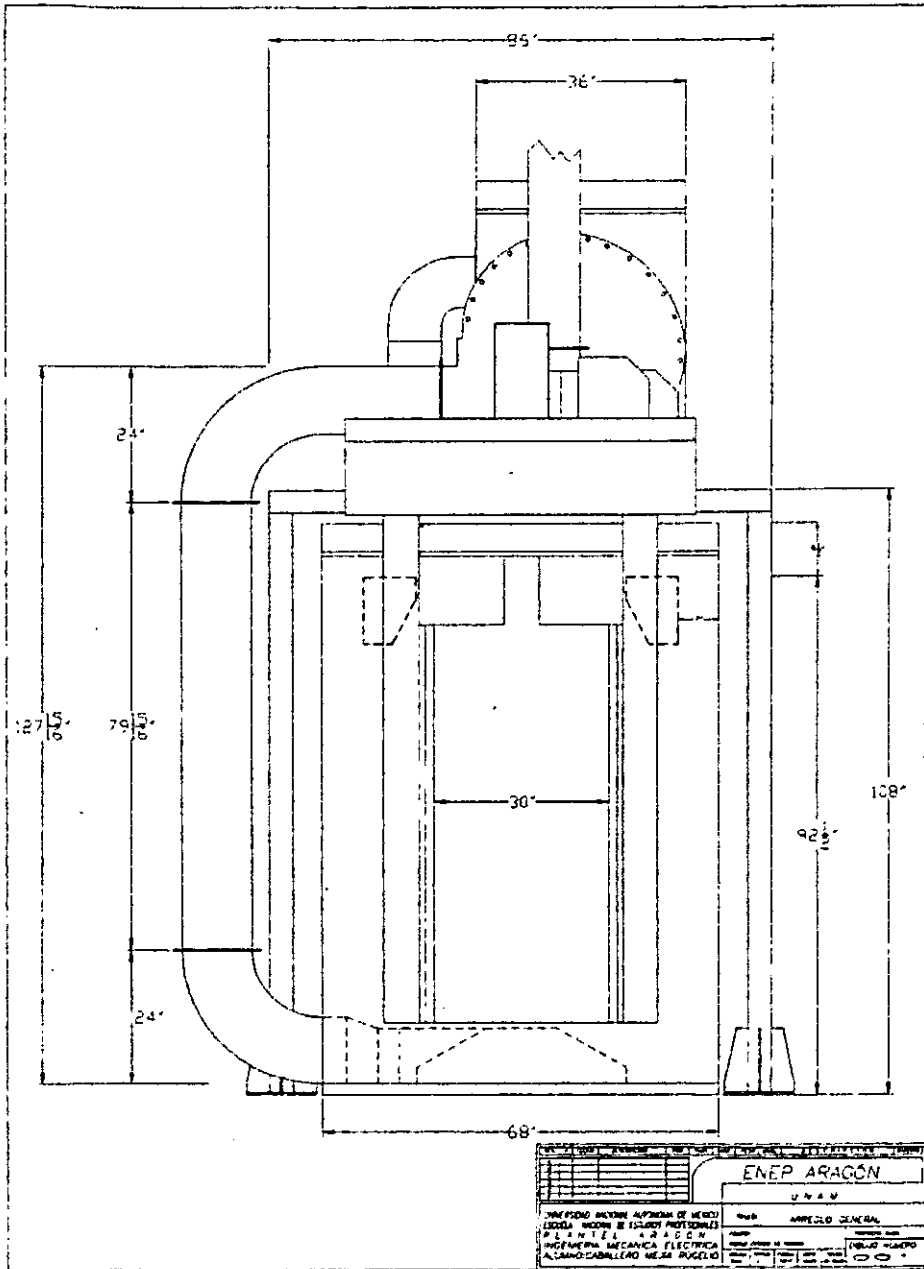
TABLA # 17 (lista de materiales)

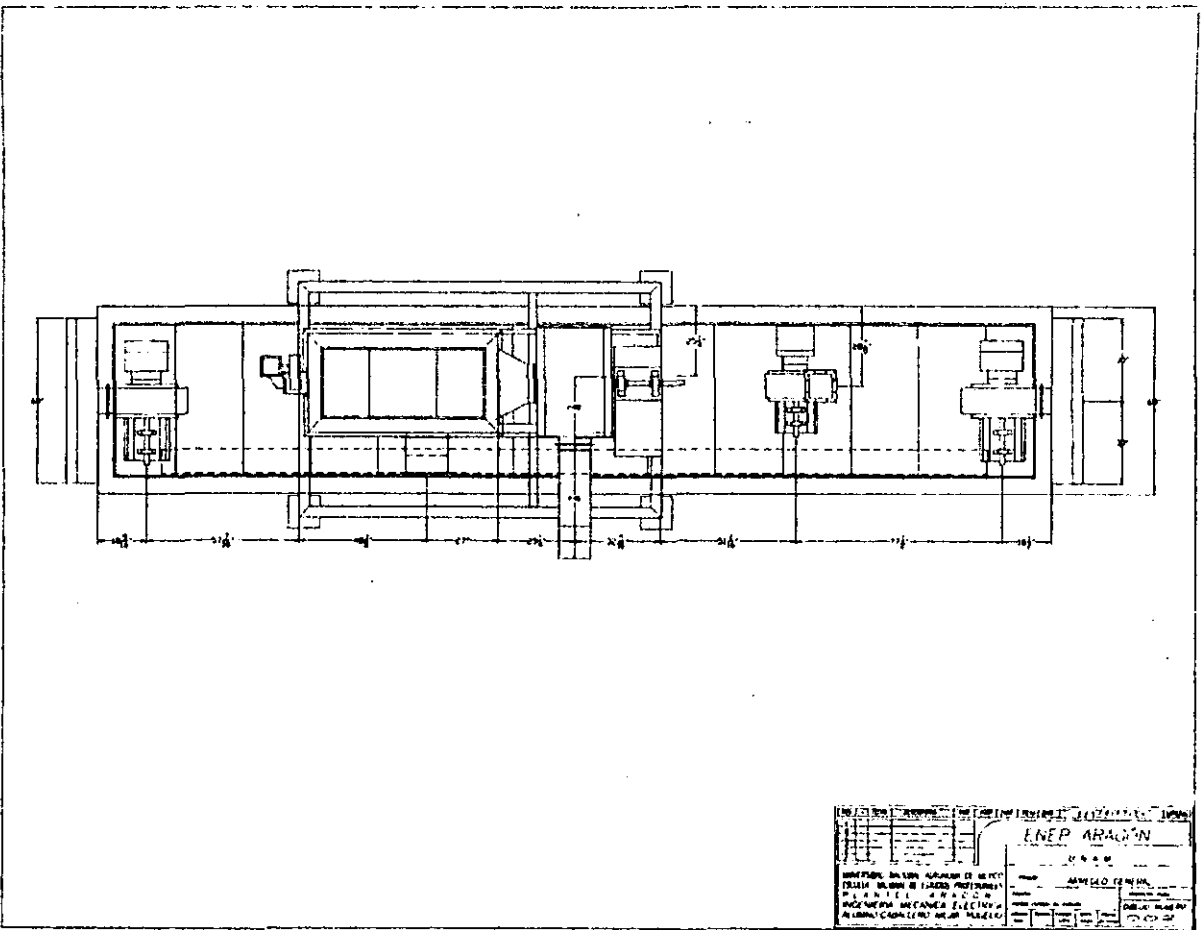
2.5. –Dibujos generales del horno de curado de pintura.



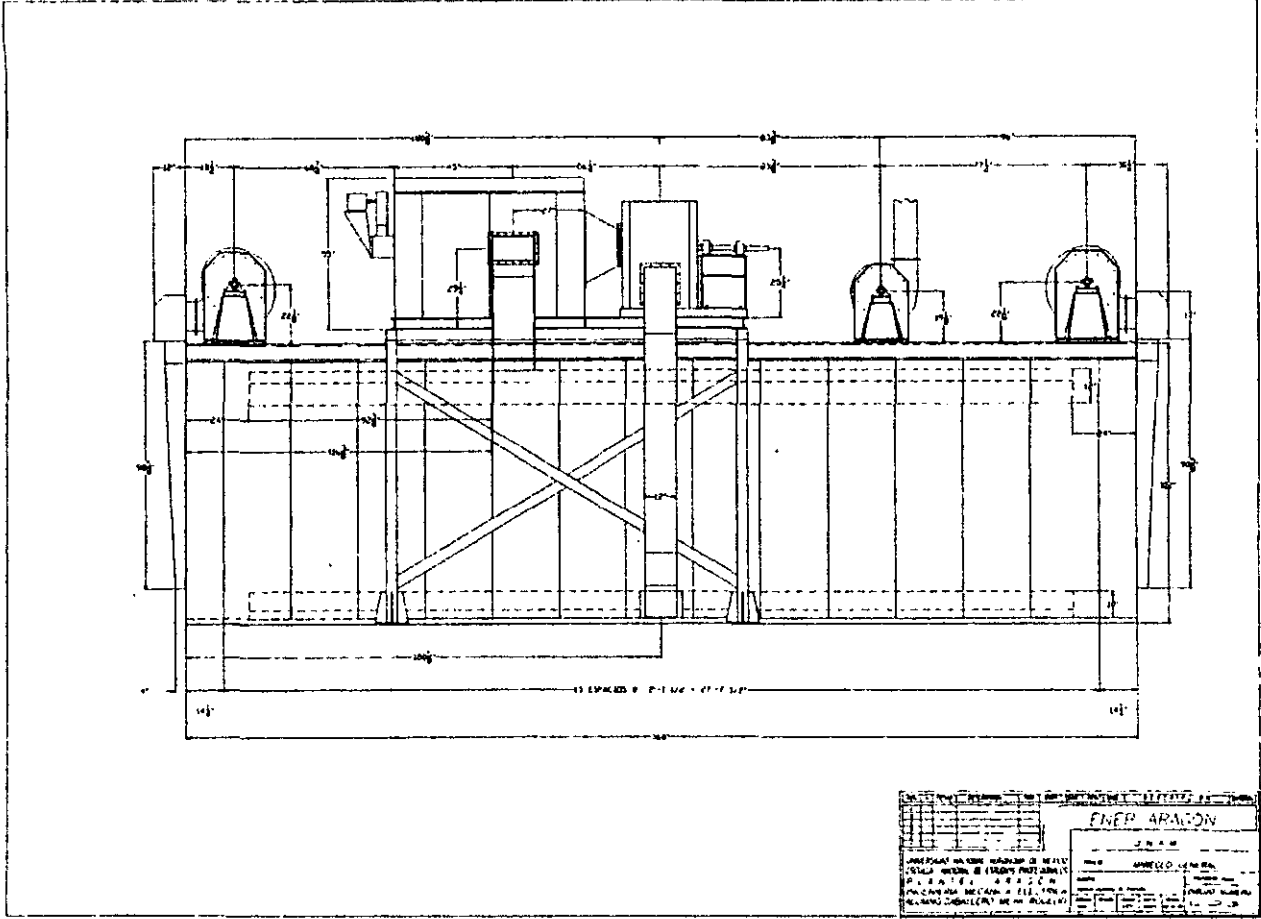
A continuación se muestra el diseño físico del horno para una mayor apreciación del equipo y sus componentes.

Dibujo # 1





Dibujo # 2



Dibujo #3

3. - Fabricación.

El presente capítulo pretende establecer los requerimientos mínimos que se deben cumplir en la fabricación de los componentes del horno en cuestión, haciendo énfasis en que se cumplan los requisitos señalados durante el diseño.

La fabricación de hornos para curado de pintura, abarca un número de actividades muy amplio, sin embargo en este trabajo únicamente se consideran las características claves que se deben cuidar durante la fabricación ya que cada fabricante tiene su método de construcción.

Todos los soldadores, métodos de soldadura aprobados, materiales, los cuales serán usados en la fabricación de hornos para curado de pintura sujetos a presión del código ASME.

Es importante que el inspector del código ASME revise en forma general la memoria de cálculo de los componentes más importantes del horno, y de no encontrar anomalías se puede proceder a la fabricación del mismo.

La fabricación de un horno comienza con la inspección de todos y cada uno de los materiales que serán utilizados. Dentro de los principales puntos que hay que cuidar antes de que los materiales salgan del almacén tenemos los siguientes:

1.- Se verifica que las dimensiones de los materiales coincidan con las dimensiones solicitadas en la lista de materiales.

2. - Se revisan los datos en las placas de los dispositivos para asegurarse que correspondan a las características necesarias, comparado con la lista de materiales.

3. - Verificar que los análisis químicos y especificaciones de los materiales principalmente los de acero inoxidable que fueron enviados por el proveedor, concuerden con las especificaciones que marca el código ASME en su sección II.

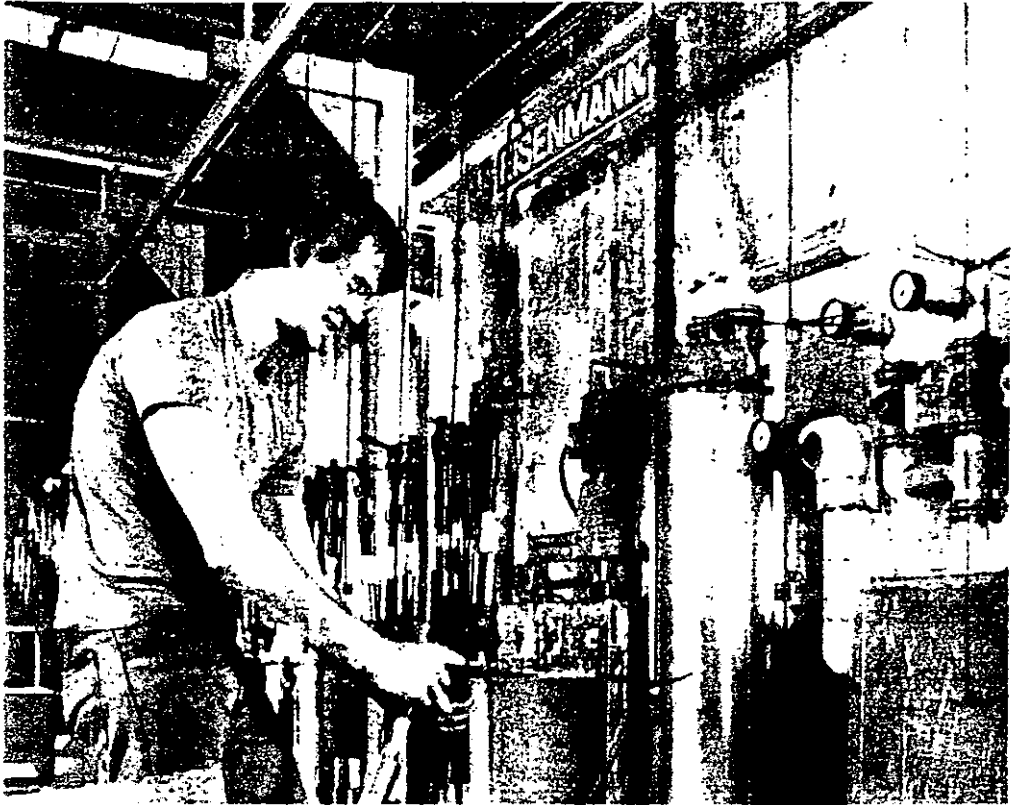


figura n° 10

En la construcción de un horno se presentan gran variedad de detalles inesperados, por tal motivo el constructor deberá tener la inteligencia de salir avante de estos detalles, previamente a la fabricación se encuentra el diseño que no solo se debe de encargar de las características generales del horno sino, también del proceso de fabricación sencillo y rápido para facilitar todos los procedimientos.

3.1. -Secuencia de fabricación.

En el proceso de fabricación se deben planear los pasos de cada una de las operaciones correspondientes al desarrollo del proyecto.

En este apartado se presentan las actividades correspondientes a cada tarea necesaria para la conclusión del proyecto, en el medio existe un dicho que dice: "el tiempo es dinero", y en realidad el tiempo de fabricación dentro de cualquier proceso es de vital importancia para la satisfacción de las necesidades del cliente.

En los siguientes apartados analizaremos las tareas y los procedimientos para cada una de estas, de acuerdo al avance del proyecto.

Por medio del siguiente formato se lleva a cabo el control del programa de producción, el cual revela el tiempo estimado de desarrollo, en cada uno de los departamentos que intervienen en la fabricación del mismo.

En general el formato que se muestra a continuación muestra cinco etapas de fabricación necesarias para la culminación del proyecto, en realidad se deben presentar cinco formatos uno para cada punto de fabricación. Con sus debidos tiempos de desarrollo y entrega de los avances.

La fabricación del estructural es la primera actividad que se debe coordinar ya que es la plataforma para la fabricación del horno. Los pasos de la fabricación del estructural se darán en los siguientes apartados.

Los paneles son el recubrimiento del estructural del cuerpo y de la cámara de combustión su finalidad es no permitir el escape de la temperatura, de tal forma que su diseño debe ser con la menor cantidad de contactos físicos que permitan la transferencia de calor.

El proceso de armado del cuerpo y la cámara de combustión de realizarse según el diseño establecido en el arreglo general. Cuando se cuenta con el cuerpo y la cámara de combustión terminada se procede a la fabricación y posteriormente a la colocación de los ductos de extracción y recirculación.

La fabricación del tablero de control debe realizarse según las secuencias que el homo requiere, debe ser probado antes de la colocación.

Las actividades correspondientes a cada trabajo se desarrollan mejor en los siguientes apartados de tal forma que será más fácil en entendimiento de las secuencias de fabricación de todos los componentes que constituyen a un homo para curado de pintura.

3.2. - Fabricación del estructural.

Estas partes por lo regular, están proporcionadas de tal manera que los esfuerzos no excedan los esfuerzos máximos permisibles, que están basados en la resistencia del material y en caso de esfuerzos de compresión en la rigidez del elemento, sujeto a compresión. Las fuerzas y momentos internos de las vigas simples, columnas y barras de apoyo se obtiene por medio de las ecuaciones de equilibrio estático. Las rizadas por puntas prácticamente rígidas, requieren para su análisis, de ecuaciones adicionales que se derivan de la consideración de las deflexiones y rotaciones.

El diseño o proyecto, también puede basarse en la máxima resistencia de las partes cubriendo el factor de seguridad por medio de aumentos estipulados en las cargas del diseño. En la construcción con armazones de acero, los procedimientos del diseño determinan puntos en donde el material puede dar de sí y la redistribución resultante de las fuerzas internas permite un uso más eficiente del material.

Estructura y entramados planos excepto en la construcción de ladrillos refractarios los pisos y techos de una construcción generalmente consisten en recubrimientos planos apoyados sobre viguetas, vigas maestras o armazones. Los recubrimientos se consideran por lo general como una serie de bandas parecidas a las vigas y que sirven para cubrir el espacio entre ellas y las vigas. El diseño de una viga consiste en proporcionar el soporte transversal para resistir la máxima flexión y esfuerzo cortante y en suministrar los esfuerzos sanitarios permitidos en los materiales usados.

Esfuerzos en las estructuras. Una estructura ideal esta formada por un marco de barras derechas o partes conectadas en sus terminales por medio de una canal. Las fuerzas externas se aplican solo en esa parte. Las fuerzas o tensiones internas en tales vigas derechas son axiales ya sea de tensión o compresión, sin flexión. Como es importante corregir esos puntos en las terminales de las vigas por lo regular vienen soldadas, la estructura ideal no se obtiene nunca. Para propósitos y análisis, los esfuerzos primeros que siempre son axiales, se determinan suponiendo una estructura ideal. Los esfuerzos secundarios son adicionales, en general, de flexión o pandeo, obtenidos de todos los factores que hacen que una estructura real sea diferente de la ideal.

Tarea 1: Fabricación del estructural (dibujo # 4)

La fabricación del estructural es la primera etapa que se debe realizar, haciendo una analogía con el cuerpo humano el estructural hace la función de los huesos que deben soportar la carne, músculos, etc. en el caso del horno el estructural deberá soportar los paneles del cuerpo y la cámara de combustión.

A continuación enumeramos las tareas necesarias para la fabricación del estructural:

A) Habilitación

5. Corte de los materiales (dibujo # 5)

Las piezas requeridas para el estructural deberán ser cortadas según las dimensiones mostradas en el dibujo # 5, deberá utilizar un equipo completo de corte, pulidor, flexometro, escuadra universal, rayador y tinta para realizar esta tarea.

2. Enderezado de los materiales.

Esta actividad debe ser realizada para que las piezas ensamblen correctamente y no se presenten problemas en el momento de la unión de las piezas, para esta se requiere de un mazo, nivel de burbuja, nivel de piola

B) Armado

5. Armado de la base

Deben colocarse las piezas en sus posiciones correspondientes de tal forma que se puedan puntear todas las piezas ha ensamblar y posteriormente se realiza una verificación para poder realizar la soldadura final. Las herramientas necesarias son: equipo de soldadura, pulidor, nivel de burbuja, flexometro.

2. Nivelación de la base.

Después de la soldadura se presentan ciertas deformaciones causadas por la temperatura generada en este proceso, por lo que se requiere de una inspección detallada para determinar si es necesario nivelar la base por medio de golpes con mazos.

3. Levantamiento de los postes y travesaños.

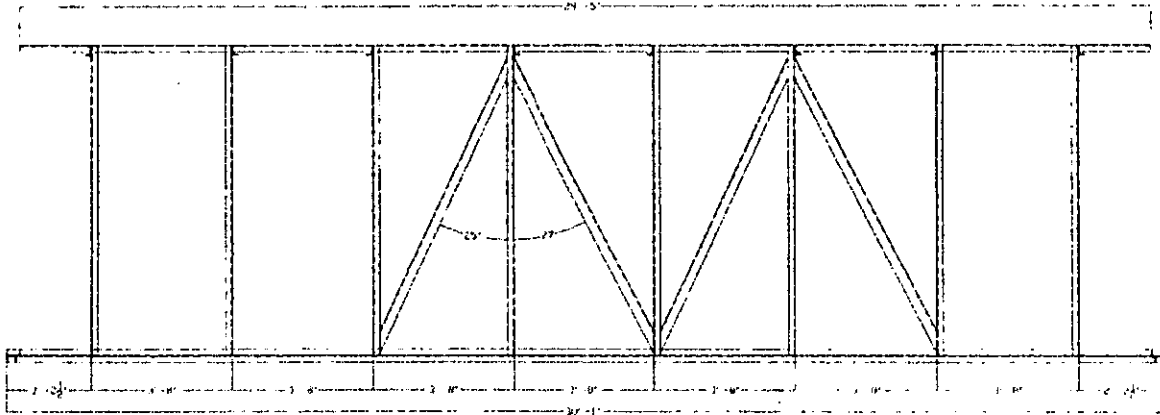
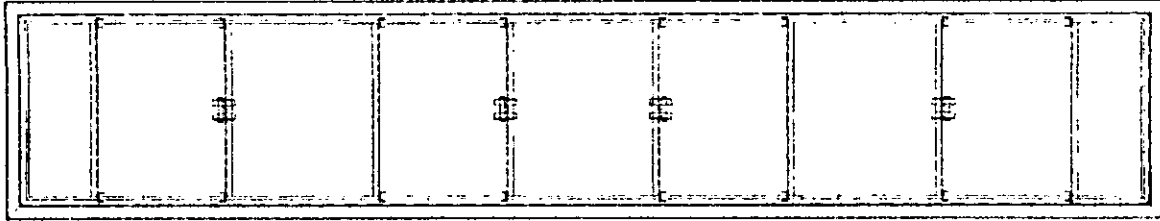
Los postes y travesaños deberán ser colocados como se muestra en el dibujo, teniendo cuidado de colocarlos completamente a escuadra deberán utilizarse las siguientes herramientas: equipo completo de soldadura, pulidor, flexometro, martillo, nivel de gota y nivel de piola.

4. Colocación de canales guía para paneles.

Ya que se encuentran todas las piezas unidas se puede colocar la canal guía para paneles para su colocación se requiere de las siguientes herramientas: equipo completo de soldadura, pulidor, flexometro, martillo.

5. Soldadura.

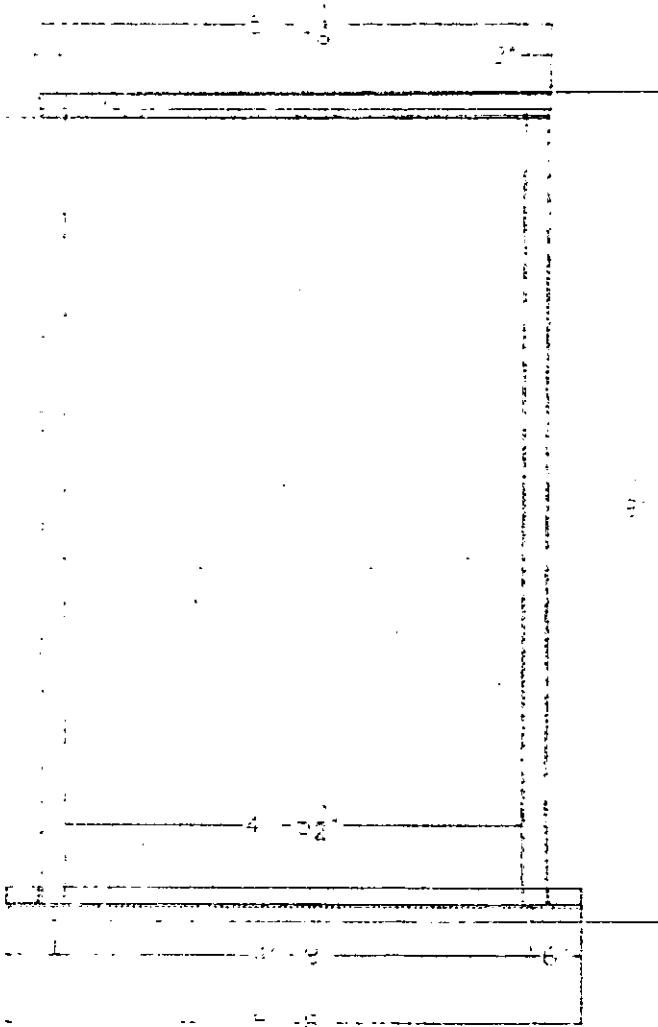
Por ultimo se tiene que realizar la unión completa por medio de cordones que resistan más que los puntos que se colocaron para su ensamble previo, deberá realizar los cordones con el equipo completo de soldadura y la aplicación de la soldadura deberá ser 7018.



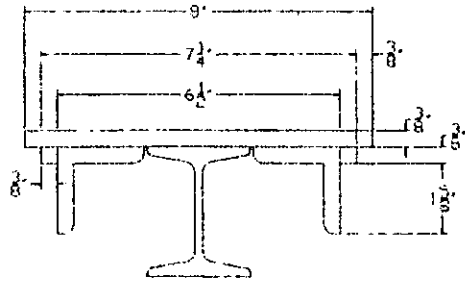
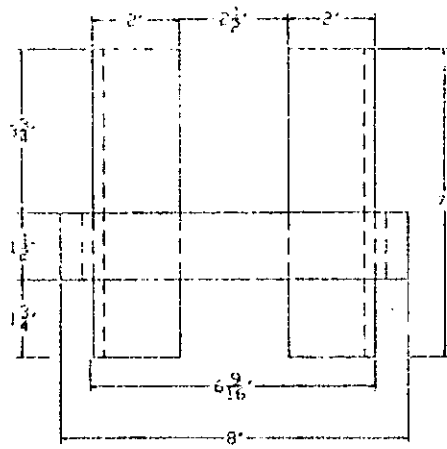
INSTRUMENTS		DATE	
Scale	1" = 1'-0"	Drawn	10/10/1911
Compass		Checked	
Protractor		Approved	
Triangle		Project	
Other		Notes	

Dibujo # 4

Continuación del dibujo # 4



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD	
CATEDRA DE SISTEMAS DE ENERÍA ELÉCTRICA	
PROYECTO DE GRADUACIÓN	
TÍTULO DEL PROYECTO: ...	
AUTOR: ...	
FECHA DE ENTREGA: ...	
FECHA DE CALIFICACIÓN: ...	
CALIFICACIÓN: ...	
COMENTARIOS: ...	



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS I N I T A R A G O N C O N A N	
NOMBRE DEL DISEÑO: _____ NÚMERO DEL DISEÑO: _____ FECHA DEL DISEÑO: _____ AUTORES: _____ APROBADO POR: _____	ESCALA: _____ MATERIAL: _____ OBSERVACIONES: _____ FECHA DE APROBACIÓN: _____ APROBADO POR: _____

Dibujo # 5

3.3. -Fabricación de paneles para cuerpo y cámara de combustión.

La función de los paneles es la de mantener la temperatura dentro del cuerpo del horno.

En relación directa con el recinto del horno, los materiales refractarios y aislantes utilizados, están las pérdidas de calor que podemos clasificar en:

1. Pérdidas de calor a través de las paredes.
2. Pérdidas por el calor almacenado en el revestimiento.
3. Pérdidas por puentes térmicos.
4. Pérdidas por aberturas, ranuras, etc.

En lo anterior se justifica la importancia de un buen diseño de los paneles del cuerpo del horno y de la cámara de combustión.

Los aislamientos utilizados pueden adoptar la forma de pared plana en el cuerpo del horno y la cámara.

En el dibujo # 6 se muestra el ensamble típico de los paneles del horno y la cámara, se puede observar que la unión entre los paneles permite guardar el calor eficientemente, gracias al espesor de la lana mineral utilizada.

La temperatura de la cámara siempre es 80°C mas alta que la temperatura del horno. Si se trabaja a una temperatura de 180°C en el interior del horno, entonces la cámara deberá tener 260°C . con esta relación podemos determinar el espesor del panel y que tipo de aislante

debe llevar en el interior.

Enseguida presentamos los pasos a desarrollar para la fabricación de los paneles:

a) Fabricación de canales

1. - Corte y troquelado de canales, según dibujo # 7
2. - Dobles de canales

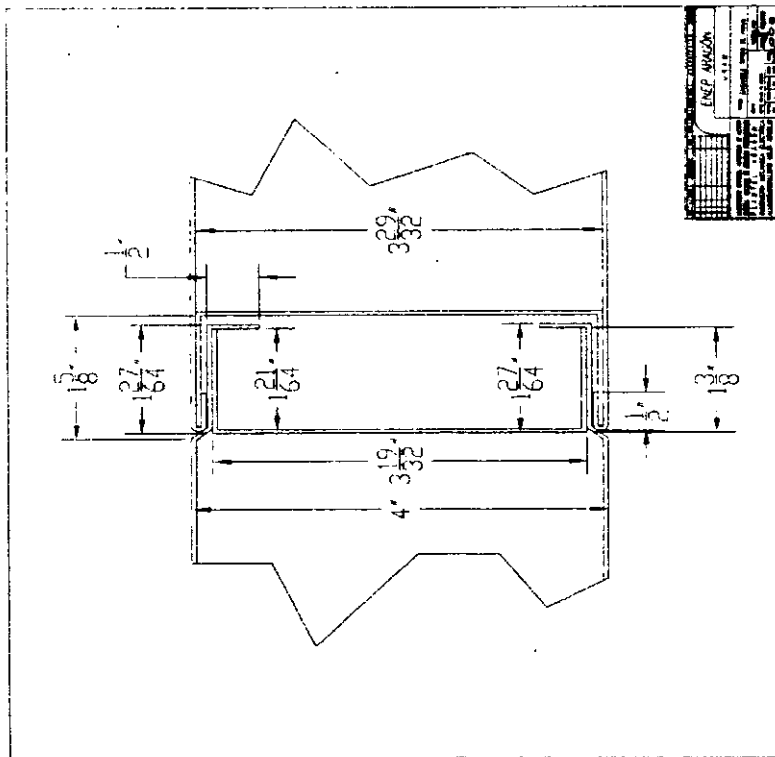
b) fabricación de paredes interiores y exteriores del cuerpo del horno y cuerpo de la cámara de combustión.

1. - Corte de lamina para paredes interiores del cuerpo del horno.
2. - Corte de lamina para paredes exteriores del cuerpo del horno.
3. - Doblado de lamina para la pared exterior del cuerpo del horno.
4. - Corte de lamina para paredes interiores del cuerpo de la cámara de combustión.
5. - Corte de lamina para pared exterior del cuerpo de la cámara de combustión.
6. - Doblado de la lamina para pared exterior de la cámara de combustión.

c) Armado del panel.

1. - Punteado de canales a la lamina para pared interior
2. - Colocación de lana mineral en el interior del panel.
3. - Colocación de la lamina para pared exterior.
4. - Punteado general de los paneles.

Dibujo # 6





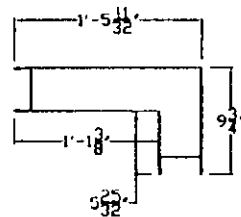
PANEL DE 25 1/2" X 8"
HEMBRA-MACHO
19 P/A.



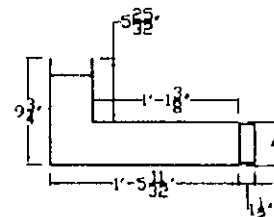
HEMBRA-MACHO
3 PZA.



HEMBRA-HEMBRA
1 PZA.



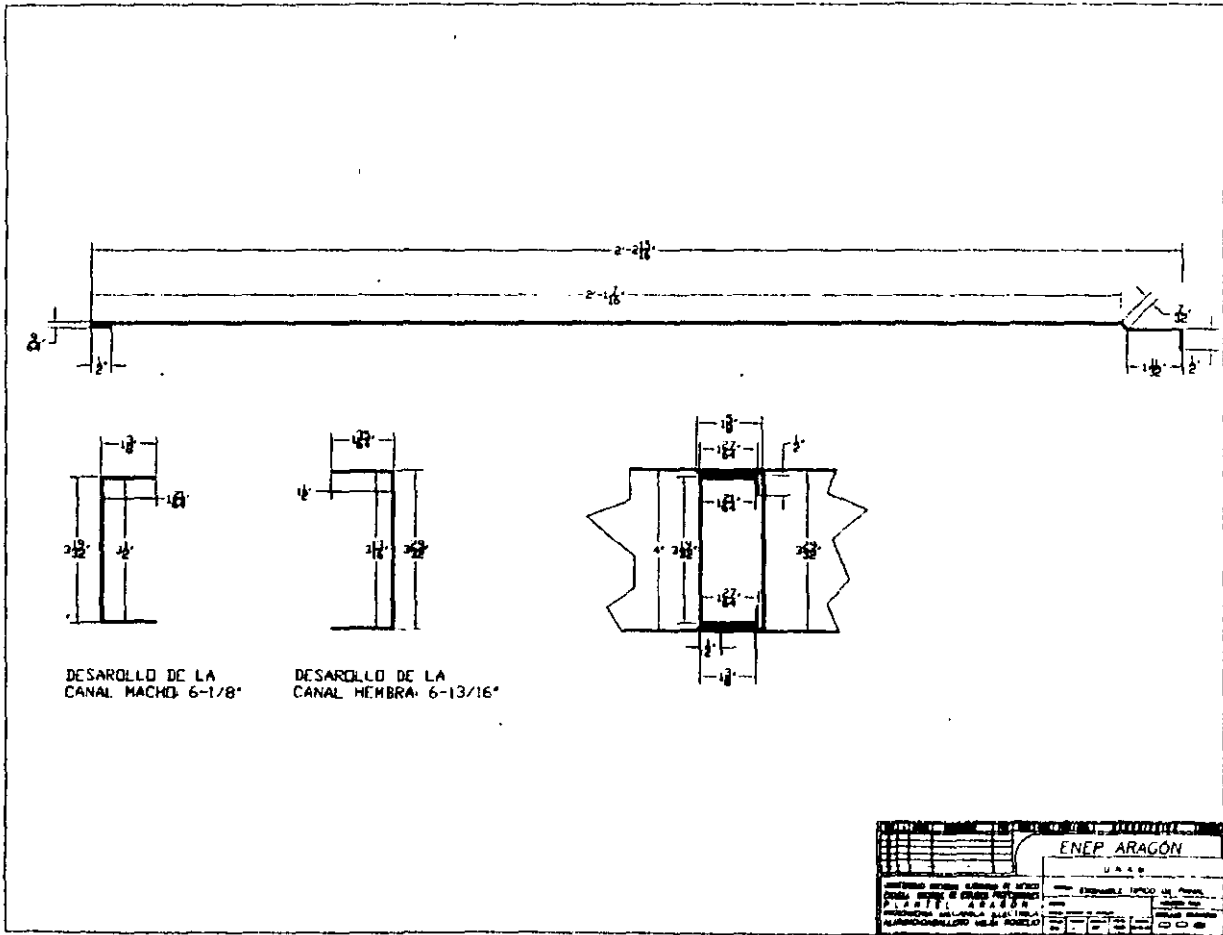
ESCUADRA A 90°
HEMBRA-HEMBRA
1 PZA.



ESCUADRA A 90°
HEMBRA-MACHO
3 PZA.

Continuación del Dibujo # 6

E.N.E.P. ARAGON	
U.N.A.M.	
INGENIERIA EN ELECTRICIDAD	
ALUMNO: _____	
CATEDRA: _____	
FECHA: _____	
LUGAR: _____	
PROFESOR: _____	
TITULO: _____	
CANTON: _____	
CALLE: _____	
C.P.: _____	
C.R.: _____	
C.T.: _____	
C.O.: _____	
C.M.: _____	
C.D.: _____	
C.E.: _____	
C.F.: _____	
C.G.: _____	
C.H.: _____	
C.I.: _____	
C.J.: _____	
C.K.: _____	
C.L.: _____	
C.M.: _____	
C.N.: _____	
C.O.: _____	
C.P.: _____	
C.Q.: _____	
C.R.: _____	
C.S.: _____	
C.T.: _____	
C.U.: _____	
C.V.: _____	
C.W.: _____	
C.X.: _____	
C.Y.: _____	
C.Z.: _____	



Dibujo # 7

ENEP ARAGÓN U. A. R. S.	
INSTITUTO TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO CENTRO REGIONAL DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA PLAZA DE TIJUANA - 4424004 AV. CALLE DE LA PAZ S/N. TEL. 4424004 ALBUQUERQUE, NUEVO MEXICO	INSTITUTO TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO CENTRO REGIONAL DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA PLAZA DE TIJUANA - 4424004 AV. CALLE DE LA PAZ S/N. TEL. 4424004 ALBUQUERQUE, NUEVO MEXICO

3.4. Fabricación del cuerpo y la cámara de Combustión.

El cuerpo del horno se forma con los paneles fabricados como lo indica el apartado anterior.

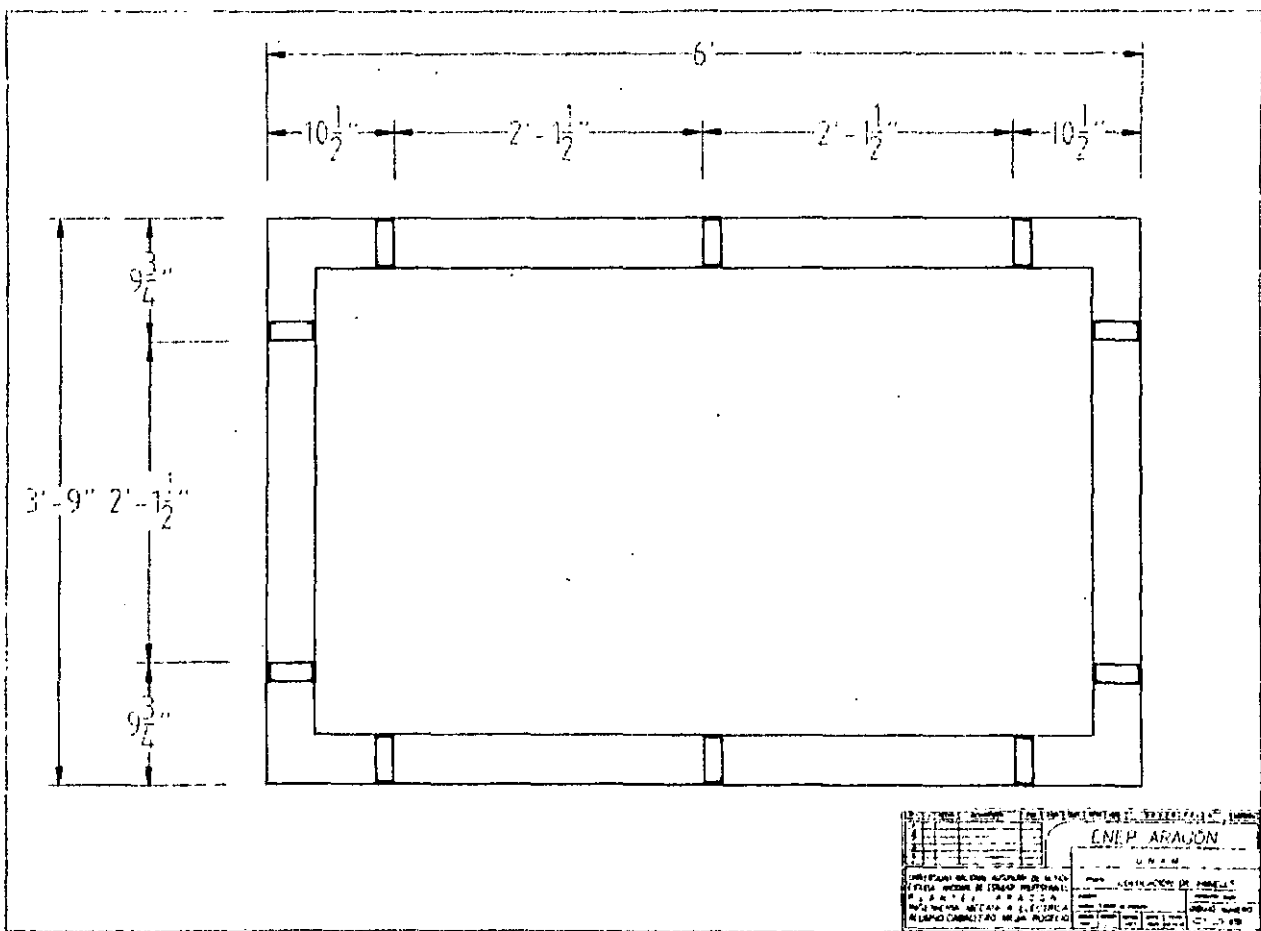
Se deben colocar los paneles uno tras otro haciéndolos embonar en las canales guía para panel. Como lo indica el dibujo # 8, ya que se encuentran los paneles laterales del horno se procede a colocar los paneles superiores que forman el techo del horno, este ensamble del cuerpo es muy simple porque el diseño de los paneles dan una secuencia sencilla para el ensamble.

La fabricación de la cámara de combustión tiene los siguientes pasos a realizar:

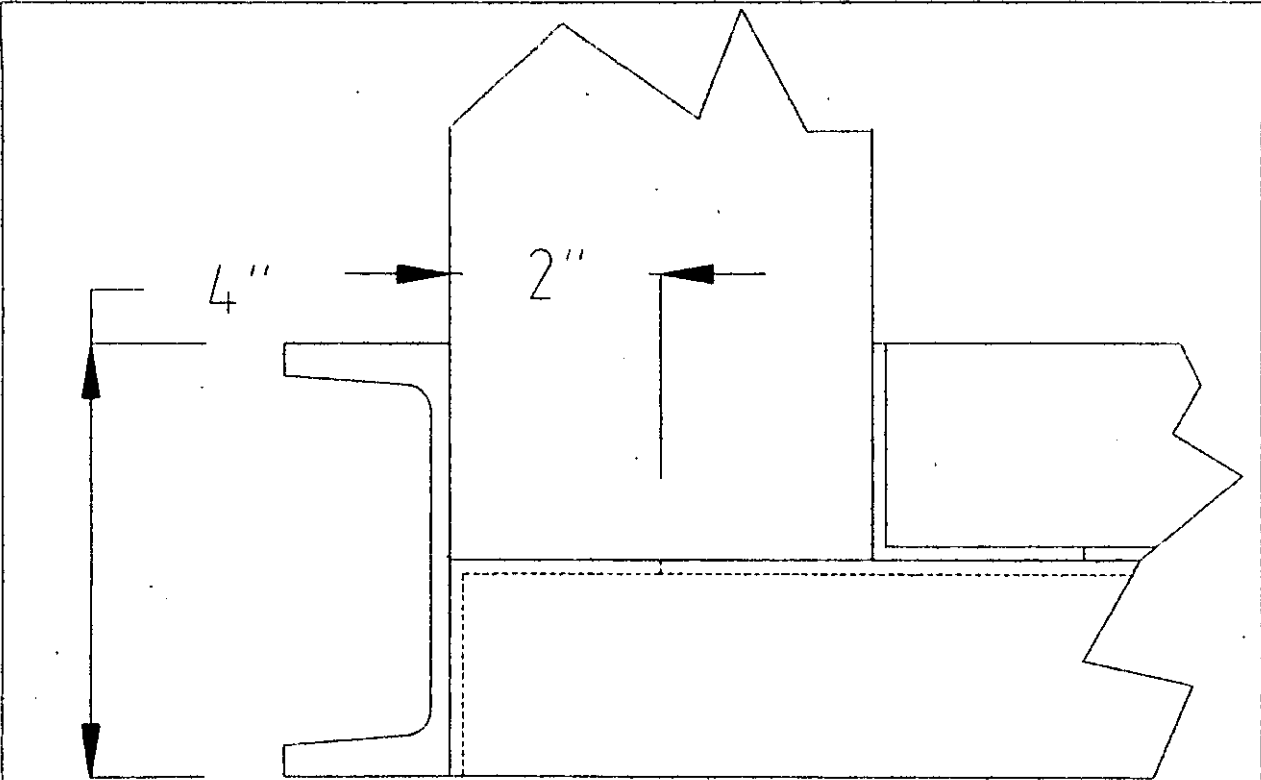
- 1.- Fabricación de la base para la cámara de combustión.
- 2.- Colocación del piso de la cámara.
- 3.- Ensamble de los paneles para las paredes y techo de la cámara de combustión.
- 4.- saque en los paneles para el ventilador de recirculación, la toma de recirculación, la toma de aire fresco y la entrada para el quemador.

Estos pasos se pueden ilustrar mejor en el dibujos # 9 .

La cámara de combustión consta de un sistema de combustión mostrado en el dibujo # 10 cada uno de los componentes debe ser colocado según el esquema, los dispositivos son muy sensibles por lo que deberán ser tratados con delicadeza para no ser dañados, posteriormente a su colocación deberán ser calibrados según los requerimientos del diseño.



Dibujo # 8



Dibujo # 9

NO.	FECHA	PROYECTO	PROYECTANTE	REVISOR	ESCALA

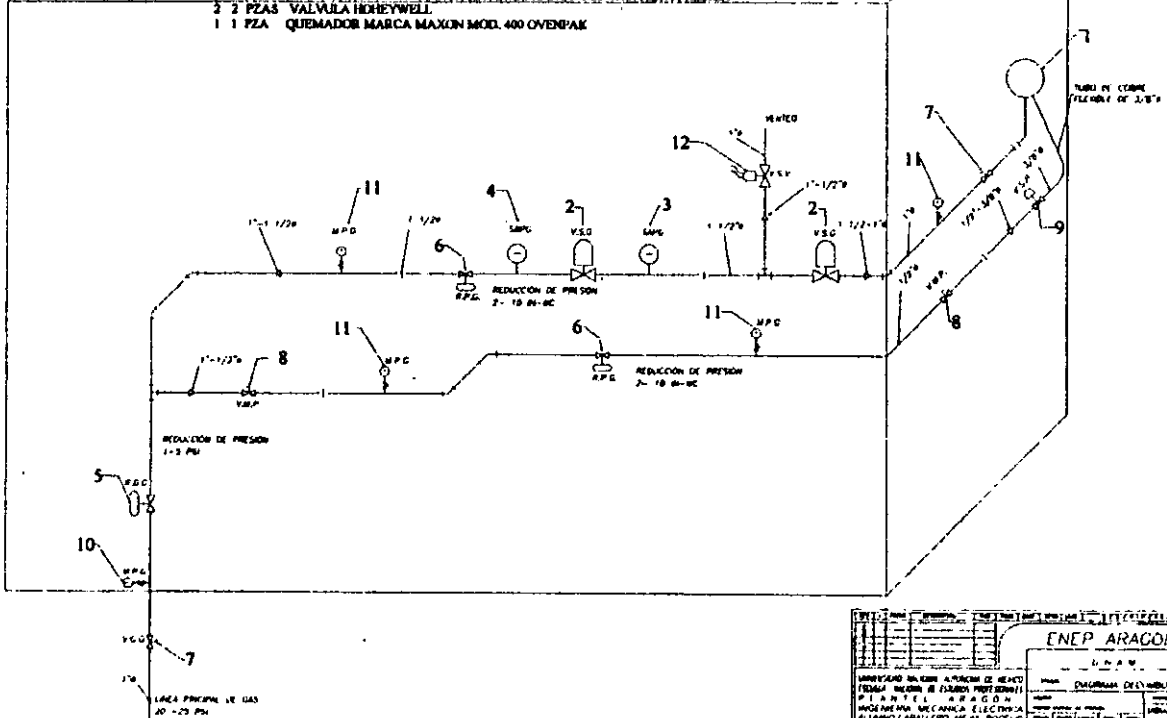
ENEP. ARAÇÓN
U. N. A. M.

Nombre: _____
Carrera: _____
Módulo: _____

Nombre del Profesor: _____
Materia: _____

Nombre del Alumno: _____
Código: _____

- 12 1 PZA VALVULA SOLENOIDE DE 1"
- 11 3 PZAS MANOMETRO DE 2 1/2" O X 1/4 CONEXION INF RANGO 0-12" W.C.
- 10 1 PZA MANOMETRO DE 2 1/2" O X 1/4 CONEXION INF RANGO 0-2 KUS
- 9 1 PZA VALVULA SOLENOIDE DE 3/8"
- 8 2 PZAS VALVULA DE BOLA DE 1/2"
- 7 2 PZAS VALVULA DE BOLA DE 1"
- 6 1 PZA REGULADOR FISHER DE 1/2"
- 5 1 PZA REGULADOR FISHER 8-102C DE 1"
- 4 1 SWITCH DE PRESION MARCA ANTUNES RANGO 0-24" W.C. BAJA PRESION
- 3 1 PZA SWITCH DE PRESION MARCA ANTUNES RANGO 0-18" W.C. ALTA PRESION
- 2 2 PZAS VALVULA HONEYWELL
- 1 1 PZA QUEMADOR MARCA MAXON MOD. 400 OVENPAK



Dibujo # 10

ENEP ARAGON U. N. A. M. D. I. S. T. R. I. T. O. D. E. I. N. D. U. S. T. R. I. A.	
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FERIA NACIONAL DE ESTADOS PROFESIONALES P. O. BOX 7-111 - MEXICO D. F. INGENIERIA MECANICA ELECTRONICA ALVARO LABALLEROS DE AL. POZUECO	DISEÑADOR DE PROYECTO DISEÑADOR DE SISTEMAS DISEÑADOR DE PROYECTO DISEÑADOR DE SISTEMAS

3.5. - Fabricación de ductos.

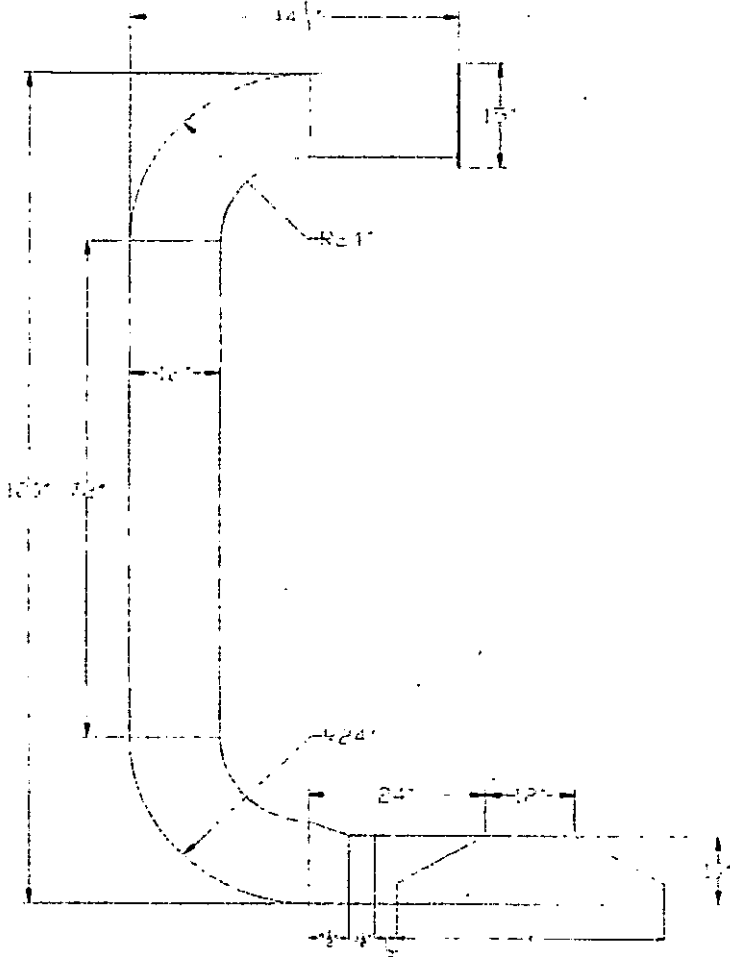
La fabricación de ductos es muy sencilla, pero no deja de tener una gran importancia para el buen funcionamiento del equipo. de tal manera que en este apartado damos una especial atención a los diferentes ductos que a continuación se mencionaran:

Ductos de recirculación: Estos ductos conectan al cuerpo del homo con la cámara de combustión para transportar el aire del cuerpo a la cámara para ser calentado el aire y poder ser enviado a través del otro ducto por el ventilador de recirculación al cuerpo del homo. Se pueden observar los ductos en los dibujos # 11 y # 12.

Los procedimientos de fabricación de estos ductos se mencionan a continuación.

- 1.- Trazo de la lamina para fabricar los codos.
- 2.- Corte de la lamina para parte recta y codos a 90°.
- 3.- Dobles de la lamina para la parte recta del ducto
- 4.- Ensamble de ductos.
- 5.- Soldadura.

Dibujo # 11

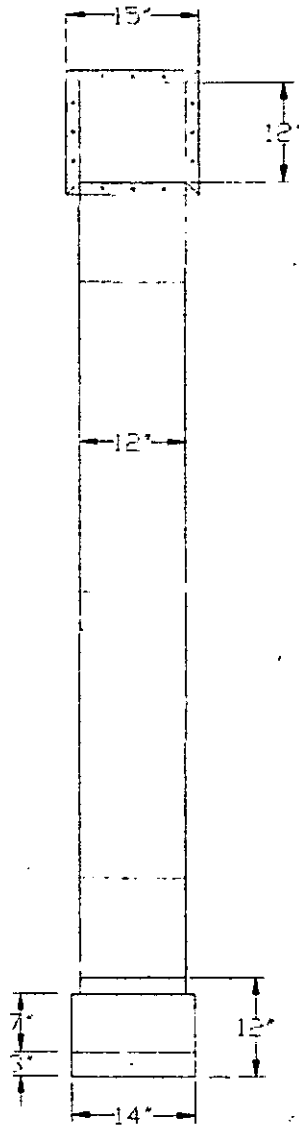


DUCTO DE ALIMENTACION
 MATERIAL LAMINAR # 15
 CANTIDAD: 1 PZA

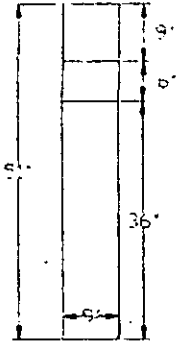
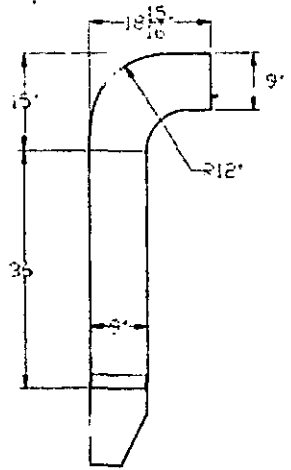
REVISIONES		AUTOR	
NO.	FECHA	FECHA	FECHA

DISEÑADO POR: DISEÑADO POR: DISEÑADO POR: DISEÑADO POR: DISEÑADO POR:	REVISADO POR: REVISADO POR: REVISADO POR: REVISADO POR:
---	--

Continuación del dibujo # 11

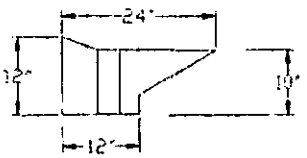
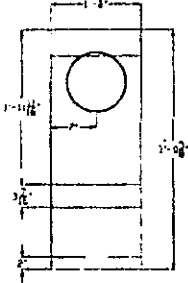
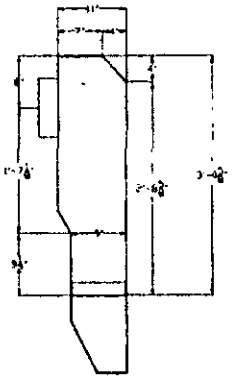
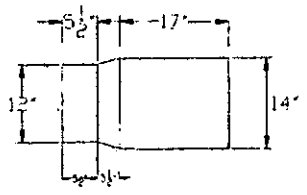


FNEP ARACEN	
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD	
CICLO V	
MATERIA: MECANICA DE FLUIDOS	
PROFESOR: DR. J. A. B. G. G. M.	
ALUMNO: CARLOS ALBERTO VEGA ROJAS	
FECHA: 10/05/2018	
LUGAR: LIMA	



DUCTO DE RECIRCULACION
 MATERIAL LAMCAL # 16
 CANTIDAD 1 PZA

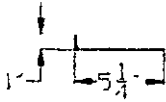
DUCTO DE EXTRACCION
 MATERIAL LAMCAL # 16
 CANTIDAD 1 PZA



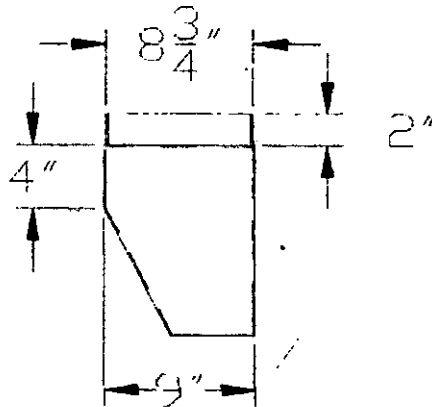
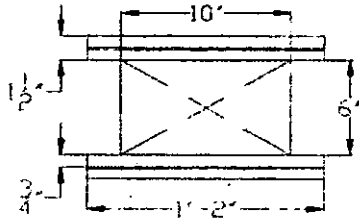
PROYECTO: REFORMA DE LA ESCUELA N.º 11000		FECHA: 1970	
AUTOR: ENGEN. ARAGON		DISEÑADOR: ENGEN. ARAGON	
REVISOR: ENGEN. ARAGON		APROBADO: ENGEN. ARAGON	
MATERIAL: LAMCAL # 16		CANTIDAD: 1 PZA	
ESCALA: 1:1		FOLIO: 12	

Dibujo # 12

Dibujo # 14



COMPUERTA
26 PIEZAS



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES P. O. BOX 12 - 2800 - C. M. AV. CALLE 14 - CALLE 15 - ELECTROPA ALVARO CABALLERO VEGA PROCELIO		ENEP ANAGON I. N. A. M. DEPARTAMENTO DE EXTRACTOS	
NOMBRE DE LA PIEZA NÚMERO DE LA PIEZA NÚMERO DE LA PIEZA NÚMERO DE LA PIEZA	NOMBRE DEL DISEÑADOR NÚMERO DEL DISEÑADOR NOMBRE DEL DISEÑADOR NÚMERO DEL DISEÑADOR	NOMBRE DEL INGENIERO NÚMERO DEL INGENIERO NOMBRE DEL INGENIERO NÚMERO DEL INGENIERO	NOMBRE DEL TECNICO NÚMERO DEL TECNICO NOMBRE DEL TECNICO NÚMERO DEL TECNICO

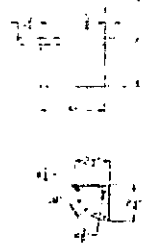
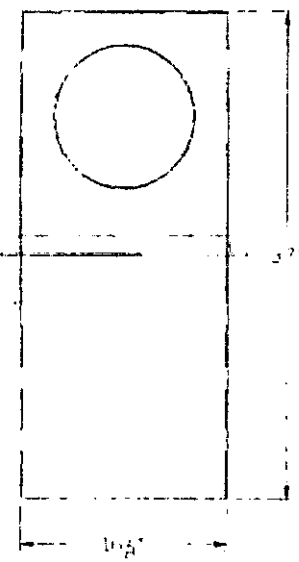
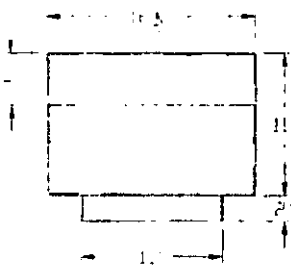
El ducto de extracción para gases de combustión, como su nombre lo indica realiza la tarea de conducir los gases obtenidos por la combustión hacia el exterior de cuerpo. Se deben realizar los siguientes pasos para su fabricación. Tomándose en cuenta los dibujos # 13 y # 14.

- 1.- Trazo de la lamina.
- 2.- Corte de lamina.
- 3.- Corte de lamina.
- 4.- Ensamble .
- 5.- Soldadura.

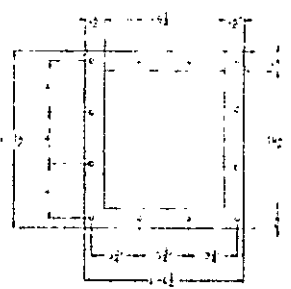
Sellos de aire. Estos ductos proporcionan una cortina de aire que ayuda a que la temperatura no se escape por las siluetas (entrada y salida del homo). É los dibujos # 15 y # 16, se muestra el ensamble general de los sellos así como sus aditamentos.

Los pasos para su fabricación son los siguientes:

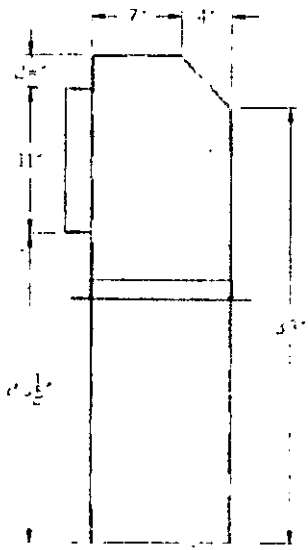
- 1.- trazo de lamina según las medidas.
- 2.-corte de lamina para los ductos.
- 3.-corte de lamina para aditamentos
- 4.-dobles de la lamina para ductos.
- 5.- dobles de la lamina para aditamentos.
- 6.- soldadura del cuerpo.
- 7.- colocación de aditamentos.



COMPLETO CUADRO PARA SELLOS



OPERA DE ALIMENTACION PARA SELLOS



DUCTO DE ALIMENTACION PARA SELLOS

GENERAL		DETALLE	
NO.	DESCRIPCION	NO.	DESCRIPCION
1	...	1	...
2	...	2	...
3	...	3	...
4	...	4	...
5	...	5	...
6	...	6	...
7	...	7	...
8	...	8	...
9	...	9	...
10	...	10	...

Dibujo # 16

3.6.- Fabricación del tablero de control.

Para la fabricación del tablero de control es necesario saber las dimensiones de los componentes para poder escoger el tamaño adecuado del tablero.

Para poder saber las dimensiones de los componentes es necesario primero desarrollar el diseño del control, en este caso se elabora un diagrama eléctrico de control como lo indica el dibujo # 17.

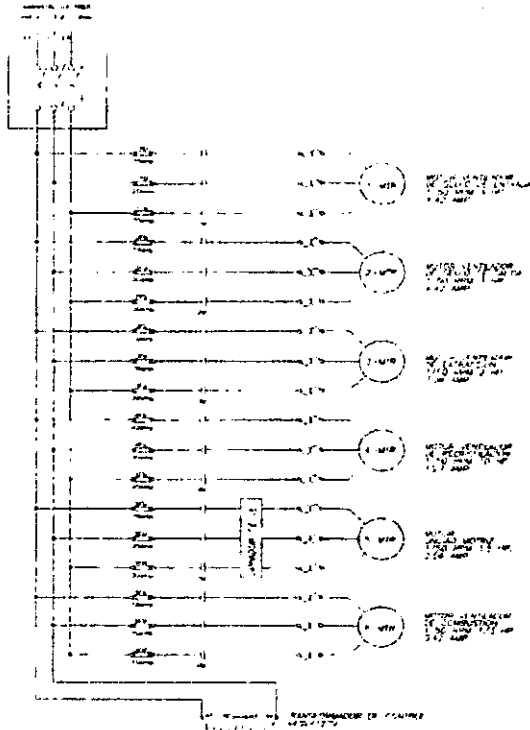
Ya teniendo lo anterior se procede a la distribución de los dispositivos dentro del tablero y en la puerta del mismo. Como lo indica el dibujo # 18.

A continuación se procede al armado y alambrado de los dispositivos, tal como lo indica el dibujo #19.

Al termino de los pasos anteriores se procede a las pruebas necesarias, debiendo ser comprobados cada uno de los pasos de control según el desarrollo del diagrama eléctrico.

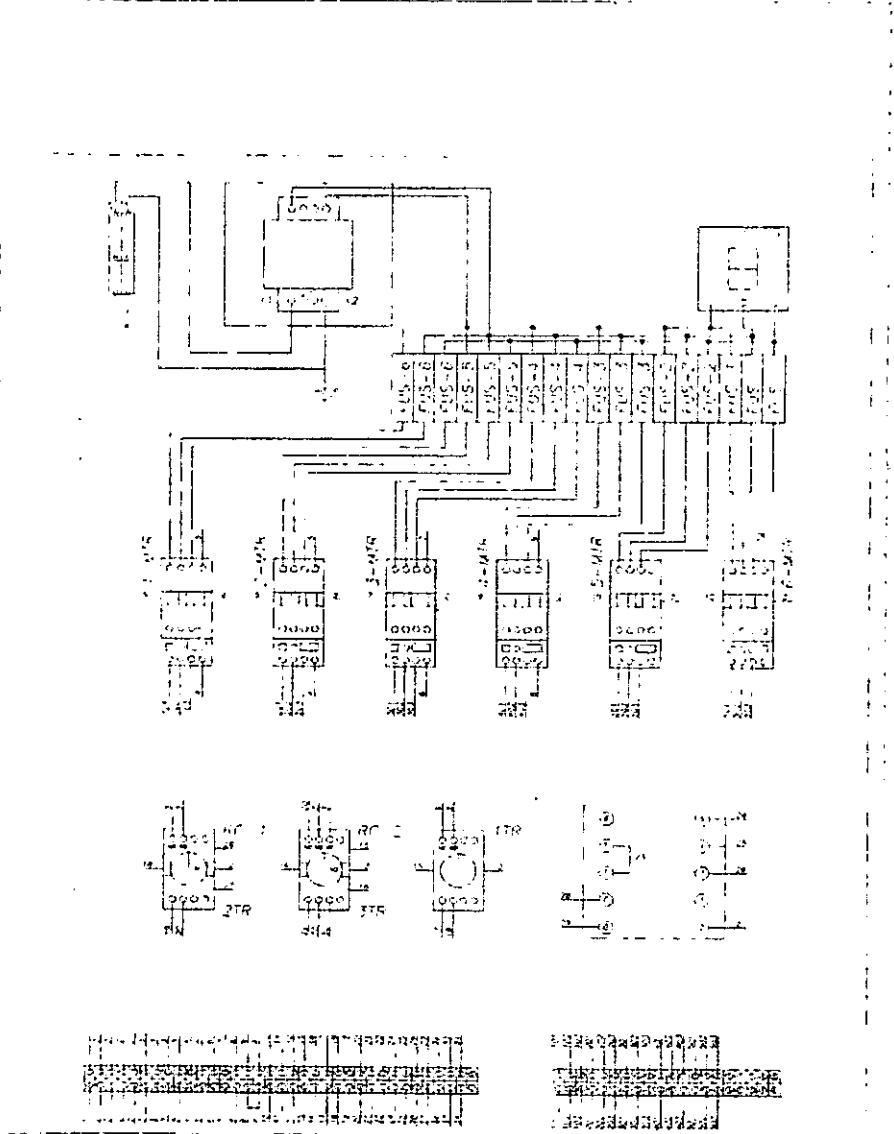
Con todo esto el tablero se encuentra listo para ser colocado en el lugar designado para su operación.

Dibujo # 17



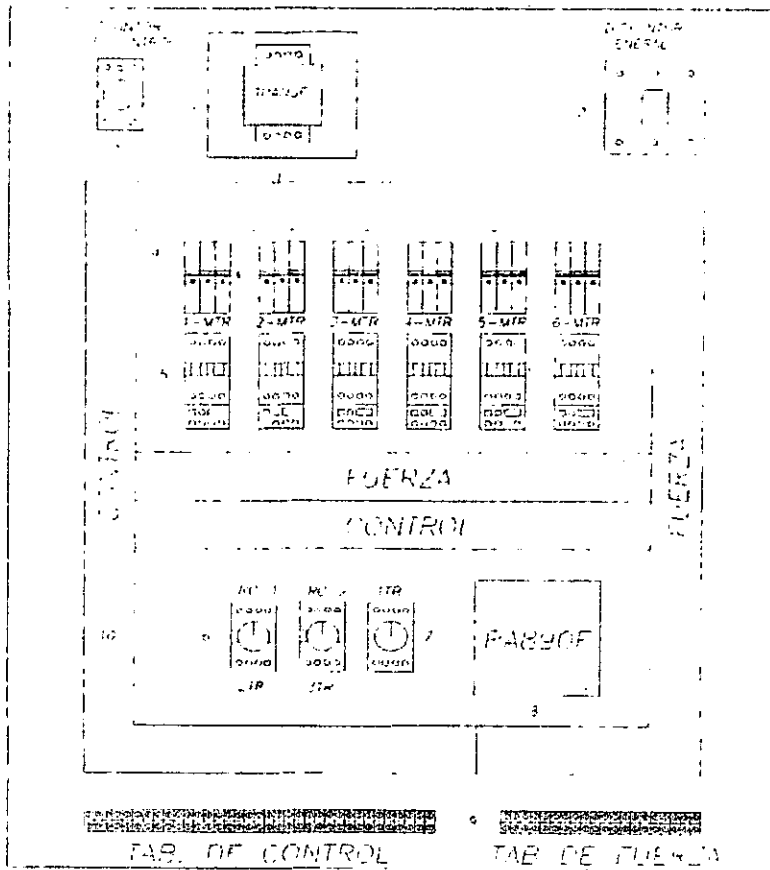
NO.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR
1	MOTOR 1 HP	HP	1	1
2	MOTOR 2 HP	HP	1	1
3	MOTOR 3 HP	HP	1	1
4	MOTOR 4 HP	HP	1	1
5	MOTOR 5 HP	HP	1	1
6	MOTOR 6 HP	HP	1	1
7	TRANSFORMADOR DE TENSION	VA	1	220/110V
8	INTERRUPTOR DIFERENCIAL	CD	1	100A
9	INTERRUPTOR DIFERENCIAL	CD	1	100A
10	INTERRUPTOR DIFERENCIAL	CD	1	100A
11	INTERRUPTOR DIFERENCIAL	CD	1	100A
12	INTERRUPTOR DIFERENCIAL	CD	1	100A
13	INTERRUPTOR DIFERENCIAL	CD	1	100A
14	INTERRUPTOR DIFERENCIAL	CD	1	100A
15	INTERRUPTOR DIFERENCIAL	CD	1	100A
16	INTERRUPTOR DIFERENCIAL	CD	1	100A
17	INTERRUPTOR DIFERENCIAL	CD	1	100A
18	INTERRUPTOR DIFERENCIAL	CD	1	100A
19	INTERRUPTOR DIFERENCIAL	CD	1	100A
20	INTERRUPTOR DIFERENCIAL	CD	1	100A
21	INTERRUPTOR DIFERENCIAL	CD	1	100A
22	INTERRUPTOR DIFERENCIAL	CD	1	100A
23	INTERRUPTOR DIFERENCIAL	CD	1	100A
24	INTERRUPTOR DIFERENCIAL	CD	1	100A
25	INTERRUPTOR DIFERENCIAL	CD	1	100A
26	INTERRUPTOR DIFERENCIAL	CD	1	100A
27	INTERRUPTOR DIFERENCIAL	CD	1	100A
28	INTERRUPTOR DIFERENCIAL	CD	1	100A
29	INTERRUPTOR DIFERENCIAL	CD	1	100A
30	INTERRUPTOR DIFERENCIAL	CD	1	100A

Dibujo # 18



NO.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	FUS-0	1	MODULO
2	FUS-1	1	MODULO
3	FUS-2	1	MODULO
4	FUS-3	1	MODULO
5	FUS-4	1	MODULO
6	FUS-5	1	MODULO
7	FUS-6	1	MODULO
8	FUS-7	1	MODULO
9	FUS-8	1	MODULO
10	FUS-9	1	MODULO
11	FUS-10	1	MODULO
12	FUS-11	1	MODULO
13	2TR	1	MODULO
14	3TR	1	MODULO
15	4TR	1	MODULO
16	5TR	1	MODULO

Continuación del dibujo # 18



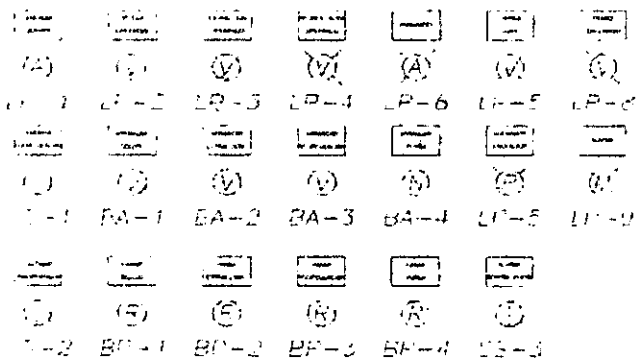
LISTA DE MATERIALES

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1 - RELAYE DE CONTROL | 6 - RELAYADOR DE CONTROL |
| 2 - DISYUNTOR GENERAL | 7 - TIMER |
| 3 - DISYUNTOR DE CONTROL | 8 - RELAYADOR DE LLAMA |
| 4 - TABILLAS | 9 - TABILLAS |
| 5 - CONTACTORES | 10 - FANLIT |

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	RELAYE DE CONTROL	6	UNIDAD
2	DISYUNTOR GENERAL	1	UNIDAD
3	DISYUNTOR DE CONTROL	1	UNIDAD
4	TABILLAS	10	UNIDAD
5	CONTACTORES	12	UNIDAD
6	RELAYADOR DE CONTROL	6	UNIDAD
7	TIMER	1	UNIDAD
8	RELAYADOR DE LLAMA	1	UNIDAD
9	TABILLAS	10	UNIDAD
10	FANLIT	1	UNIDAD

Dibujo # 19

2502000



NO.	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	VALOR
1
2
3

APROBADO: _____
 ELABORADO: _____
 REVISADO: _____
 AUTORIZADO: _____

Conclusiones.

Un proyecto de fabricación de un homo para curado de pintura es un esfuerzo "temporal" comprometido para crear una solución, en este caso a la gran demanda del curado de pintura de gabinetes metálicos. Lo temporal significa que cada proyecto tiene un principio y un final definido y se realiza una sola vez con sus diferentes etapas de su ciclo de vida (concepción, planeación y desarrollo, ejecución, control, y cierre), lo que hace diferente a las actividades continuas y repetitivas de una clásica área de producción.

Características de un proyecto de fabricación de un homo para curado de pintura.

las características más identificables para este proyecto son:

Objetivo y metas, programas, complejidad, tamaño y naturaleza de las actividades, recursos, estructura organizacional, sistemas de control e información, ciclo de vida del proyecto, interdependencias y conflictos.

Administración del proyecto.

Es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para las actividades del proyecto, con la finalidad de alcanzar o exceder las necesidades del cliente y la organización y las expectativas mismas del proyecto, para tal motivo, la administración debe poseer y entender los conocimientos inherentes a los procesos involucrados en el manejo de proyectos tales como:

- Manejo del alcance
- Manejo del tiempo
- Manejo del costo
- Manejo de calidad
- Manejo de recursos humanos
- Manejo de la comunicación
- Manejo de riesgos
- Manejo de abastecimiento.

Los cuatro procesos llamados "esenciales" son los que normalmente Determinan el desempeño de los resultados de un proyecto y los últimos cuatro procesos son "facilitadores", que sin ellos no se podrían lograr los objetivos y metas del proyecto.

Una descripción de cómo se involucran dichos procesos en la administración es la siguiente.

la definición de las soluciones y servicios de un proyecto están bien determinadas en el "alcance". Dicho alcance debe ser primero identificado, realizado y tener la actitud del cambio durante el resto del ciclo de vida del proyecto.

La vida de un proyecto es finita, lo que quiere decir que el tiempo para la terminación es limitada y en realidad el tiempo por si mismo es totalmente inflexible, por lo tanto las actividades requeridas por el proyecto deben ser cuidadosamente planeadas y programadas, para que estas sean terminadas dentro del tiempo disponible. Por el otro lado, "tiempo es dinero", frase conocida en nuestra sociedad, por lo tanto, el dinero esta asociado estrechamente, aunque de una manera más flexible dentro de los proyectos. Los consumos de los recursos para ejecutar "alcance" del proyecto necesita manejarse bajo los lineamientos del manejo del costo. Los proyectos son lanzados con el propósito de implementar el cambio, al igual que los procesos del manejo de proyectos, por si mismo esta sujeto a una considerable cantidad de cambios durante el curso de ciclo de vida a la relativa singularidad de cada proyecto y a los cambios rápidos de sus condiciones, el resultado final de cada proyecto tiene siempre algún grado de incertidumbre (la incertidumbre esta asociada con la probabilidad del riesgo. Un manejo prudente tomara pasos para mitigar la posibilidad de que los requerimientos no se alcancen. Por esta razón es de vital importancia un buen y eficaz entendimiento de la naturaleza del proyecto en su entorno interno y externo, especialmente si es complejo e interdisciplinario. Esto requiere del manejo de riesgos. La realidad es que los proyectos son realizados a través de la gente, y de sus respectivas habilidades, pero el número de personas y sus respectivas habilidades varían considerablemente durante el curso del proyecto, muchos son requeridos únicamente por un corto tiempo. Normalmente habrá un equipo del proyecto, liderado por un administrador de contratos, sin embargo, el equipo del proyecto puede ser requerido únicamente de manera temporal y varía con cada proyecto. Frecuentemente estas alianzas temporales toman lugar dentro de un ajuste del manejo organizacional tradicional. En este ajuste temporal, una atención cuidadosa debe darse al conjunto de integrantes, sus interacciones y motivación para trabajar juntos efectivamente a través de un claro entendimiento de sus perspectivas, roles y responsabilidades. Esto requiere de conocimiento del manejo de recursos humanos. La gente y sus habilidades solas no son suficientes. Los servicios

externos a la organización serían comprados a través de un contrato formal, usualmente un acuerdo por escrito verificado por el área legal.

En muchos proyectos de este tipo los materiales y equipos deben de ser adquiridos por medio de un contrato. Los servicios dentro de la organización, quizá se adquieran a través de entendimientos informales. Así que la gente negocia cada día, con compradores, vendedores, jefes, empleados, gente que trabaja con ellos, para obtener acuerdos formales y / 0 informales. La administración de los acuerdos de los bienes y servicios para el proyecto así como su entrega, son responsabilidad del manejo de abastecimiento. Por otro lado, el manejo del proyecto requiere desarrollar un plan del proyecto, obteniendo información sobre el estado actual del trabajo en un tiempo dado compartiendo lo con el plan y si es necesario tomar acciones correctivas, pero esto funciona únicamente si la gente sabe y entiende el plan y sus subsecuentes actualizaciones y suministra la retroalimentación necesaria. Generalmente esta retroalimentación viene de fuentes internas y externas al proyecto y pueden ser únicamente entendidas a través de una apropiada interpretación del ambiente del proyecto. Responder a este entorno es a veces referida a relaciones públicas. Lo anterior es del conocimiento del manejo de la comunicación. La planeación y la ejecución es un reto que se presenta en cada proyecto que ingresa a la organización y todas las fases y procesos anteriormente mencionados se realizan de acuerdo a la definición del contexto del mismo proyecto. Algo para recordar, los mas objetivos básicos: crear el cambio, implementar planes estratégicos, cubrir acuerdos contractuales, y resolver problemas específicos.

Finalmente cabe decir que la experiencia que deja el desarrollo de un proyecto es de gran valor para la trayectoria de un profesionista de tal manera que es importante aprender de los errores y logros que se presentan durante la vida de un proyecto, creo que se cumplió el objetivo de este trabajo.

Anexo "a"

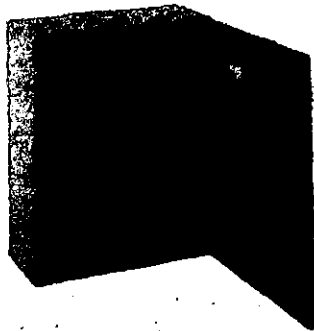
Tabla # 3.

Rendimientos medios netos y cantidad de calor que debe dar el combustible en varios tipos de hornos con buen funcionamiento

Tipo	Temperatura, grados C.	Rendimiento medio, porcentaje	Calor medio que debe dar el combustible, Kcal por Kg de acero	
Recuperativo para calentamiento de ligas en fosos de recalentamiento	200—2400	110—1300	20	500
Para calentamiento de roches para conformarlos				
Intermitente, meter y sacar	200—2400	1100—1300	20	1750
Continuo	2000—2400	1100—1300	32	1100
Para recocido de alambre para bobinas, tipo de campana	1300—1500	700—800	16	1350
Para recocido de torones de alambre conducidos	1650	900	21	1250
Para recocido antes del estirado en frío de torones	450	230	20	250
Para cocción de bobinas de alambre, continuo	1300—1500	700—800	35	600
Continuo para calentamiento de plancha para tubos soldados a tope	2900	1600	25	1500
Continuo y recuperativo para calentamiento de losas	2400	1300	42	800
Para recocido de bobinas de tiras, tipo de campana	1250—1400	680—760	30	600
Para templado en transportador continuo	1650	900	21	1250
Para revenido en transportador continuo	900—1100	500—600	20	750
Continuo de gas para carburar	1750	950	19	1500

Tabla # 11

Características del material de proceso



cuadro de modelos, medidas y referencias

dimensiones exteriores (mm)			armarios					pilas de puertas				puerta normal	
alto (A)	ancho (B)	prof. (C)	referencia	ref. con puerta transparente	fig.	entrada de cables	D	peso* (Kg)	puerta normal	puerta normal	puerta normal	puerta normal	puerta normal
250	200	150	CRN-2520/150-M	-	1	D	125	3,2	●	●			
300	250	150	CRN-3025/150-M	CRN-3025/150 KT-M	1	A	150	4,2	●	●	●		
300	250	200	CRN-3025/200-M	CRN-3025/200 KT-M	1	A	150	4,9	●	●	●	●	
300	300	150	CRN-33/150-M	CRN-33/150 KT-M	1	B	150	5	●	●	●		
300	300	200	CRN-33/200-M	CRN-33/200 KT-M	1	B	150	6	●	●	●	●	
400	300	150	CRN-43/150-M	CRN-43/150 KT-M	1	B	200	6	●	●	●		
400	300	200	CRN-43/200-M	CRN-43/200 KT-M	1	B	200	6,8	●	●	●	●	●
400	400	200	CRN-44/200-M	CRN-44/200 KT-M	1	C	200	8	●	●	●	●	●
400	600	250	CRN-46/250-M	CRN-46/250 KT-M	1	D	200	10	●	●	●	●	●
400	600	300	CRN-46/300-M	CRN-46/300 KT-M	1	D	200	11,2	●	●	●	●	●
500	400	150	CRN-54/150-M	CRN-54/150 KT-M	2	B	125	8,7	●	●	●		
500	400	200	CRN-54/200-M	CRN-54/200 KT-M	2	C	125	9,8	●	●	●	●	●
500	400	250	CRN-54/250-M	CRN-54/250 KT-M	2	C	125	11	●	●	●	●	●
500	500	250	CRN-55/250-M	CRN-55/250 KT-M	2	D	125	12,8	●	●	●	●	●
600	400	150	CRN-64/150-M	CRN-64/150 KT-M	2	B	125	9,3	●	●	●		
600	400	200	CRN-64/200-M	CRN-64/200 KT-M	2	C	125	10,8	●	●	●	●	●
600	400	250	CRN-64/250-M	CRN-64/250 KT-M	2	C	125	12,3	●	●	●	●	●
600	500	150	CRN-65/150-M	CRN-65/150 KT-M	2	B	125	11,3	●	●	●		
600	500	200	CRN-65/200-M	CRN-65/200 KT-M	2	D	125	14,3	●	●	●	●	●
600	500	250	CRN-65/250-M	CRN-65/250 KT-M	2	D	125	16,3	●	●	●	●	●
600	600	250	CRN-66/250-M	CRN-66/250 KT-M	2	D	125	18,2	●	●	●	●	●
600	600	300	CRN-66/300-M	CRN-66/300 KT-M	2	D	125	19,8	●	●	●	●	●
700	500	200	CRN-75/200-M	CRN-75/200 KT-M	2	D	125	17,3	●	●	●	●	●
700	500	250	CRN-75/250-M	CRN-75/250 KT-M	2	D	125	19,3	●	●	●	●	●
800	600	200	CRN-86/200-M	CRN-86/200 KT-M	2	D	125	21,8	●	●	●	●	●
800	600	250	CRN-86/250-M	CRN-86/250 KT-M	2	D	125	24,8	●	●	●	●	●
800	600	300	CRN-86/300-M	CRN-86/300 KT-M	2	D	125	28,3	●	●	●	●	●
800	800	200	CRN-88/200-M	CRN-88/200 KT-M	2	E	125	29,5	●	●	●	●	●
800	800	300	CRN-88/300-M	CRN-88/300 KT-M	2	E	125	32,5	●	●	●	●	●
1000	600	250	CRN-106/250-M	CRN-106/250 KT-M	3	D	125	28,4	●	●	●	●	●
1000	600	300	CRN-106/300-M	CRN-106/300 KT-M	3	D	125	30,8	●	●	●	●	●
1000	800	250	CRN-108/250-M	CRN-108/250 KT-M	3	E	125	34,5	●	●	●	●	●
1000	800	300	CRN-108/300-M	CRN-108/300 KT-M	3	E	125	37,4	●	●	●	●	●
1000	1000	300	CRN-1010/300-M**	-	4	F	-	48,7	●	●	●	●	●
1200	800	300	CRN-128/300-M**	CRN-128/300 KT-M	3	F	-	44,8	●	●	●	●	●
1200	1000	300	CRN-1210/300-M**	-	4	F	-	53,4	●	●	●	●	●

* Peso de los armarios con puerta normal. ** Armarios con cierre de triple acción

HIMEL

tabla # 12

Propiedades de materiales sólidos y líquidos

Los valores corresponden a las siguientes condiciones*:

Densidad a $t = 15^{\circ}\text{C}$

Temperaturas (o puntos) de fusión y de ebullición para $p = 1.0132 \text{ bar} = 760 \text{ Torr}$

Los valores entre paréntesis indican sublimación, o sea, cambio directo del estado sólido al gaseoso

Conductividad térmica a 20°C

Capacidad térmica específica (o calor específico) para el intervalo de temperaturas $0 < t < 100^{\circ}\text{C}$

Sustancia	Densidad	Puntos de		Conduct.	Calor
	ρ	fusión (solf.)	ebulli- ción	térmica κ	específico c
	kg/dm ³	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	W/(m·K) ⁽¹⁾	KJ/(kg·K) ⁽²⁾
Aceite de colza	0.91 ⁽²⁾	- 3.5	300	0.17	1.97
Aceite de linaza	0.94 ⁽²⁾	- 20	316	0.15	.
Aceite para calefacción	0.92 ⁽²⁾	- 5	175-350	0.12	.
Aceite para máquinas	0.91	- 5	380-400	0.126	1.97
Aceite para transform.	0.87	- 5	170	0.15	1.84
Acero	7.85	~ 1350	2500	47-58	0.46
Acero colado	7.8	~ 1350		52.3	0.502
Acero dulce	7.86	~ 1400	2500	48.5	0.461
Acero de alta velocidad	8.4-9.0	~ 1650	2600	25.6	0.466
Acetona	0.79 ⁽²⁾		56.1		
Acido acético	1.08	16.8	118	.	.
Acido clorhídrico	0.7	- 15	27	.	.
Acido clorhídrico 10%	1.05	- 14	102	0.50	3.14
Acido clorhídrico 40%	1.20			.	.
Acido fluorhídrico	0.96	- 82.5	19.5	.	.
Acido nítrico	1.56 ⁽²⁾	- 1.3	86	0.53	2.72
Acido sulfúrico	1.49 ⁽²⁾	- 73	- 10	.	1.34
Acido sulfúrico 50%	1.40			.	.
Acido sulfúrico conc.	1.84	10-0	338	0.5	1.38
Agata	~ 2.8	~ 1600	~ 2600	11.20	0.90
Agua	1.0 ⁽²⁾	0	100	0.58	4.183
Alcohol	0.79	- 130	78.4	0.17-0.23	2.42
Alcohol etílico 95%	0.82 ⁽²⁾	- 90	78	0.16	.
Alcohol metílico	0.8	- 98	66	.	2.51

tabla # 13

Factores de corrección de temperatura y altitud.

Temperatura		U. abs.	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500			
°C	°F	C. pres.	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500	9000	9500	10000	10500	11000	11500	12000	12500	13000		
-17.7	0°	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
9.4	48°	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21.1	70°	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
26.7	80°	1.02	1.04	1.06	1.08	1.10	1.12	1.14	1.16	1.18	1.19	1.21	1.23	1.25	1.27	1.29	1.31	1.33	1.35	1.37	1.40	1.42	1.44	1.46	1.48	1.50	1.52	1.54	1.56	1.58
37.3	100°	1.06	1.08	1.10	1.12	1.14	1.16	1.18	1.20	1.22	1.24	1.26	1.28	1.30	1.32	1.34	1.36	1.38	1.40	1.42	1.44	1.46	1.48	1.50	1.52	1.54	1.56	1.58	1.60	1.62
48.9	120°	1.09	1.12	1.14	1.16	1.18	1.20	1.22	1.24	1.26	1.28	1.30	1.32	1.34	1.36	1.38	1.40	1.42	1.44	1.46	1.48	1.50	1.52	1.54	1.56	1.58	1.60	1.62	1.64	1.66
60.5	140°	1.13	1.15	1.18	1.20	1.22	1.25	1.27	1.29	1.31	1.34	1.36	1.38	1.40	1.42	1.45	1.48	1.50	1.52	1.54	1.57	1.59	1.61	1.63	1.65	1.67	1.69	1.71	1.73	1.75
71.1	160°	1.17	1.18	1.22	1.24	1.26	1.28	1.31	1.34	1.36	1.38	1.41	1.43	1.45	1.47	1.50	1.53	1.55	1.57	1.59	1.62	1.64	1.66	1.68	1.70	1.72	1.74	1.76	1.78	1.80
82.2	180°	1.21	1.23	1.26	1.28	1.30	1.32	1.35	1.38	1.41	1.43	1.46	1.48	1.50	1.52	1.55	1.58	1.61	1.63	1.65	1.67	1.70	1.72	1.74	1.76	1.78	1.80	1.82	1.84	1.86
93.1	200°	1.25	1.27	1.29	1.32	1.34	1.37	1.40	1.42	1.45	1.48	1.51	1.53	1.56	1.57	1.60	1.63	1.66	1.68	1.70	1.72	1.75	1.77	1.79	1.81	1.83	1.85	1.87	1.89	1.91
121.1	250°	1.38	1.38	1.38	1.42	1.44	1.47	1.50	1.53	1.56	1.58	1.62	1.65	1.68	1.71	1.74	1.76	1.80	1.82	1.85	1.88	1.90	1.92	1.94	1.96	1.98	2.00	2.02	2.04	2.06
143.3	300°	1.43	1.46	1.47	1.52	1.55	1.57	1.61	1.64	1.67	1.70	1.74	1.77	1.80	1.84	1.87	1.91	1.94	1.97	2.00	2.04	2.07	2.11	2.14	2.18	2.22	2.26	2.30	2.34	2.38
177.0	350°	1.53	1.56	1.58	1.63	1.65	1.68	1.72	1.75	1.78	1.81	1.85	1.88	1.92	1.95	2.00	2.04	2.07	2.11	2.14	2.18	2.22	2.26	2.30	2.34	2.38	2.42	2.46	2.50	2.54
226.4	400°	1.62	1.65	1.67	1.72	1.75	1.78	1.82	1.85	1.88	1.92	1.95	2.00	2.04	2.08	2.12	2.16	2.20	2.24	2.28	2.32	2.36	2.40	2.44	2.48	2.52	2.56	2.60	2.64	2.68
312.2	450°	1.72	1.75	1.78	1.82	1.85	1.88	1.93	1.95	2.00	2.04	2.08	2.12	2.16	2.20	2.24	2.28	2.32	2.36	2.40	2.44	2.48	2.52	2.56	2.60	2.64	2.68	2.72	2.76	2.80
340.0	500°	1.81	1.85	1.88	1.92	1.95	1.98	2.03	2.07	2.11	2.15	2.19	2.23	2.27	2.32	2.36	2.41	2.45	2.50	2.54	2.58	2.62	2.66	2.70	2.74	2.78	2.82	2.86	2.90	2.94
387.8	550°	1.91	1.94	1.98	2.02	2.06	2.10	2.14	2.18	2.22	2.26	2.30	2.35	2.40	2.44	2.48	2.52	2.56	2.60	2.64	2.68	2.72	2.76	2.80	2.84	2.88	2.92	2.96	3.00	3.04
414.6	600°	1.99	2.04	2.08	2.12	2.16	2.20	2.24	2.28	2.32	2.36	2.42	2.47	2.50	2.54	2.58	2.62	2.66	2.70	2.74	2.78	2.82	2.86	2.90	2.94	2.98	3.02	3.06	3.10	3.14
463.3	650°	2.10	2.14	2.18	2.22	2.26	2.31	2.35	2.40	2.44	2.48	2.52	2.56	2.60	2.64	2.68	2.72	2.76	2.80	2.84	2.88	2.92	2.96	3.00	3.04	3.08	3.12	3.16	3.20	3.24
511.1	700°	2.18	2.23	2.27	2.32	2.36	2.41	2.48	2.50	2.55	2.60	2.65	2.70	2.74	2.80	2.85	2.91	2.97	3.03	3.09	3.15	3.21	3.27	3.33	3.39	3.45	3.51	3.57	3.63	3.69
558.9	750°	2.28	2.33	2.37	2.42	2.47	2.51	2.58	2.61	2.66	2.71	2.76	2.81	2.87	2.92	2.97	3.02	3.08	3.14	3.20	3.26	3.32	3.38	3.44	3.50	3.56	3.62	3.68	3.74	3.80
628.7	800°	2.38	2.43	2.48	2.52	2.57	2.62	2.68	2.72	2.76	2.81	2.86	2.90	2.95	3.00	3.05	3.10	3.16	3.21	3.26	3.32	3.38	3.44	3.50	3.56	3.62	3.68	3.74	3.80	3.86
698.4	850°	2.47	2.52	2.57	2.62	2.67	2.72	2.78	2.82	2.87	2.91	2.96	3.00	3.05	3.10	3.15	3.20	3.26	3.31	3.37	3.43	3.49	3.55	3.61	3.67	3.73	3.79	3.85	3.91	3.97
767.3	900°	2.57	2.62	2.67	2.72	2.78	2.82	2.88	2.92	2.98	3.03	3.08	3.14	3.19	3.24	3.29	3.35	3.41	3.47	3.53	3.59	3.65	3.71	3.77	3.83	3.89	3.95	4.01	4.07	4.13
836.2	950°	2.68	2.72	2.77	2.82	2.87	2.92	2.98	3.03	3.08	3.14	3.19	3.24	3.29	3.35	3.41	3.47	3.53	3.59	3.65	3.71	3.77	3.83	3.89	3.95	4.01	4.07	4.13	4.19	4.25
917.1	1000°	2.78	2.82	2.87	2.92	2.98	3.04	3.09	3.14	3.20	3.25	3.31	3.37	3.43	3.49	3.55	3.61	3.67	3.73	3.79	3.85	3.91	3.97	4.03	4.09	4.15	4.21	4.27	4.33	4.39

AIRE NORMAL DE 0.075 LBS. POR PIE CUBICO
(0.004674 KGS/m³) y 30" DE COLUMNA DE HG. (760 mm)

tabla # 15

Tabla de quemadores

GAS TIPO CAÑON EN ALTA PRESION					
TRANSFORMADOR DE IGNICION	CONEXION	TURBINA	CAÑON	VALVULA PRINCIPAL	VOLTAJE DE TRABAJO
PRIM 120 V.-SEC. 6000 V.	1/2" N.P.T.	6 1/4" x 1/2" 5/8"	102 MM (4"D)	8210 G 94	120 V.C.A. 60 Hz
PRIM 120 V.-SEC. 6000 V.	1/2" N.P.T.	8" 4" 5/8"	119 MM (4 3/4"D)	8210 G 94	120 V.C.A. 60 Hz
PRIM 120 V.-SEC. 6000 V.	1/2" N.P.T.	8" 4" 5/8"	152 MM (6"D)	8210 G 94	120 V.C.A. 60 Hz

GAS TIPO CAÑON EN BAJA PRESION					
TRANSFORMADOR DE IGNICION	CONEXION	TURBINA	CAÑON	VALVULA PRINCIPAL	VOLTAJE DE TRABAJO
PRIM 120 V.-SEC. 10000 V.	1/2" N.P.T.	6 1/4" x 1/2" 5/8"	102 MM (4"D)	VRR3M 3556	120 V.C.A. 60 Hz
PRIM 120 V.-SEC. 10000 V.	3/4" N.P.T.	6 1/4" x 1/2" 5/8"	102 MM (4"D)	8215 G 30	120 V.C.A. 60 Hz
PRIM 120 V.-SEC. 10000 V.	1" N.P.T.	8" 4" 5/8"	134 MM (5 1/4"D)	9040 C 4	120 V.C.A. 60 Hz
PRIM 120 V.-SEC. 10000 V.	2" N.P.T.	8" 4" 5/8"	134 MM (5 1/4"D)	8215 B 30	120 V.C.A. 60 Hz

DIESEL TIPO CAÑON EN BAJA Y ALTA VELOCIDAD				
TRANSFORMADOR DE IGNICION	BOMBA DE DIESEL	TURBINA	CAÑON	VOLTAJE DE TRABAJO
PRIM 120 V.-SEC. 10000 V.	1 PASO	6 1/4" x 1/2" 5/8"	102 MM (4"D)	120 V.C.A. 60 Hz
PRIM 120 V.-SEC. 10000 V.	TRABAJO	6 1/4" x 1/2" 5/8"	102 MM (4"D)	120 V.C.A. 60 Hz
PRIM 120 V.-SEC. 10000 V.	100 PSI	8" 4" 5/8"	127 MM (5"D)	120 V.C.A. 60 Hz
PRIM 120 V.-SEC. 10000 V.	CONEXION	8" 4" 5/8"	127 MM (5"D)	120 V.C.A. 60 Hz
PRIM 120 V.-SEC. 10000 V.	1/4" N.P.T.	9" 5" 5/8"	152 MM (6"D)	120 V.C.A. 60 Hz

ESPECIFICACIONES DE QUEMADORES PARA						
MODELO	B.T.U. POR HORA		RANGO DE OPERACION		CAPACIDAD EN H.P. CALDERA	MOTOR
	MINIMO	MAXIMO	MINIMA	MAXIMA		
CMG-350	500 000	1 000 000	5 PSI	25 PSI	20	(0.25) 1/4 H.P. 3540 R.P.M.
CMG-600	750 000	1 500 000	5 PSI	25 PSI	30	(0.50) 1/2 H.P. 3540 R.P.M.
CMG-800	1 000 000	1 800 000	5 PSI	75 PSI	40	(0.50) 1/2 H.P. 3540 R.P.M.

COMBUSTIBLE	DATOS GENERALES		DE		COMBUSTIBLE		Variacion de	
	Gravedad Especifica	PODER CALORIFICO	TEMP. IGNICION	COSTO POR UNIDAD	Millon BTU.	Costo en % A Gas Natural		
GAS NATURAL	0.62	1,000 BTU/Pie3 252 Kcal/Pie3	35,300 BTU/M3 8,850 KCAL/M3	1,000 ° F 538 ° C	M3	1.39	40.00	
GAS L.P. (*)	1.78	2,880 BTU/PIE3	25,500 BTU/Litro	875 ° F	Litro	2.61	102.35	155.00
30%BUTANO	2.00	725 KCAL	6,500 Kcal/Litro	470° C				
70%PROPANO	1.52							
DIESEL		145,000 BTU/GAL. 36,500 KCAL/GAL	38,300 BTU/Litro 9,650 KCal/Litro	600 ° F 320 ° C	Litro	3.82	99.74	148.00
ELECTRICIDAD		3,415 BTU/KW 860 KCAL/KW				0.76	222.54 REAL	455.00 227.50
COMBUSTOLEO		150,000 BTU/GAL 37,600 KCal/Galon	39,700 BTU/Litro 10,000 KCal/Litro	765 ° F 410 ° C				
* BUTANO		3,200 BTU/PIE3 805 KCAL/PIE3						
* PROPANO		2,500 BU/PIE3 630 KCAL/PIE3						

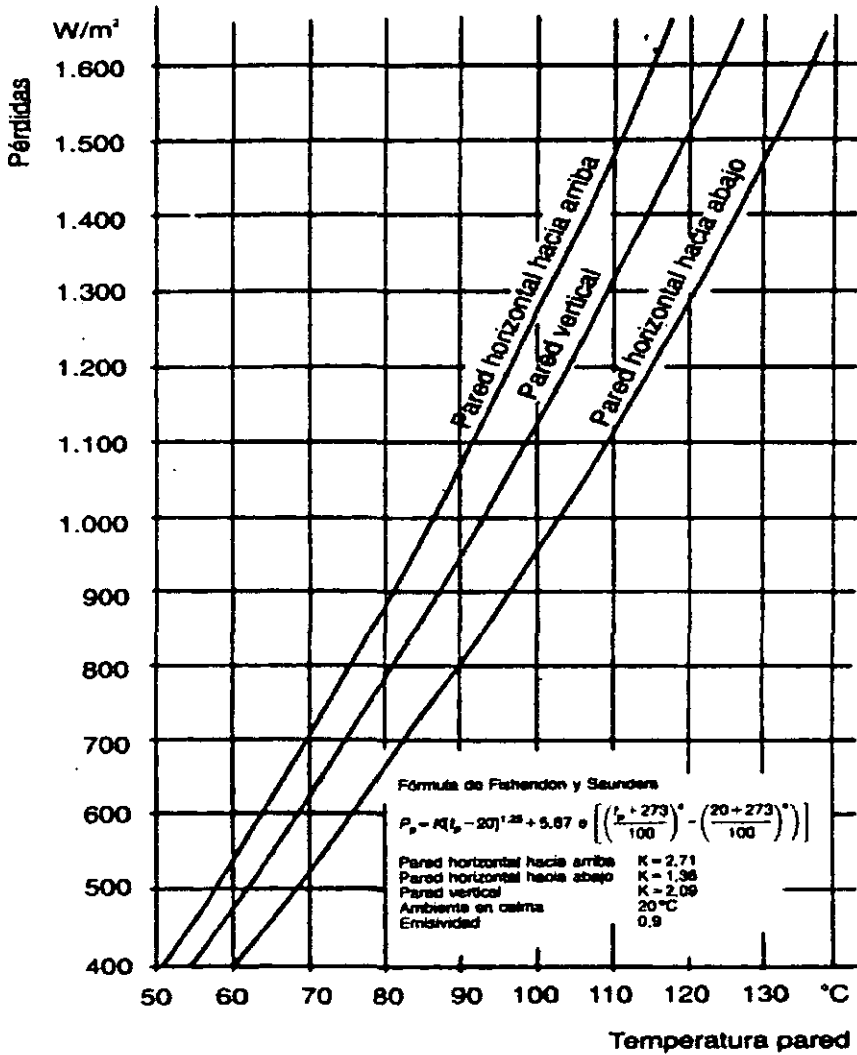
Tabla de propiedades de los gases

tabla # 16

Anexo "b"

Grafica # 1

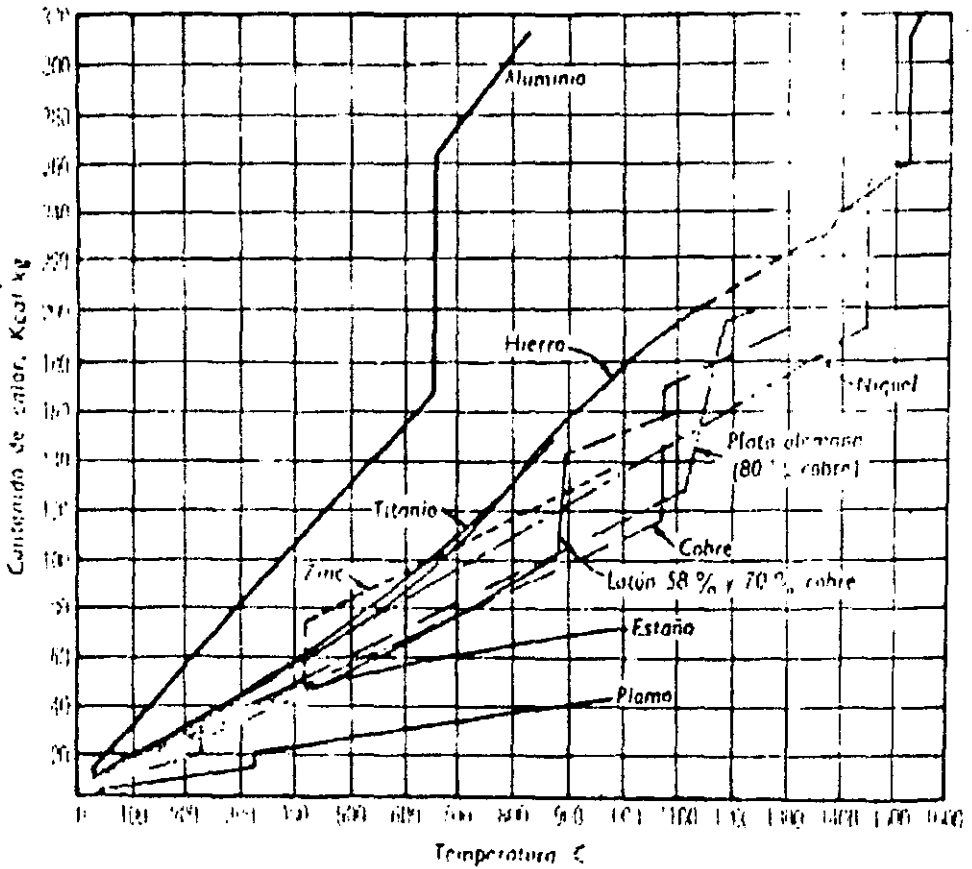
Cantidad de calor radiado a través de las paredes.



Pérdidas de calor por paredes exteriores de hornos.

Grafica # 2

Contenido de calor de diversos metales



Contenido de calor de los diversos metales a diversas temperaturas

Bibliografía.

Manual de ingeniería.
Autor: Mott Souders.
Editorial: LIMUSA
Primera edición.

Manual del ingeniero mecánico.
Autor: Marks.
Editorial: McGraw-Hill.
Octava edición.

Hornos industriales de resistencia.
Autor: Julio Astigarraga Urquiza.
Editorial: McGraw-Hill.
Primera edición

Introducción a la mecánica de fluidos.
Autor: Robert W. Fox.
Alan T. McDonal.
Editorial: McGraw-Hill.
Segunda edición.

Química.
Autor: Reynolds chang
Editorial: McGraw-Hill.
Cuarta edición.