

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**CONSTRUCCIÓN DE UN HORNO PARA EL SECADO DE
TAMBORES Y ACCESORIOS AERONÁUTICOS DEL
LABORATORIO DE NDI DEL CEMA DE LA SECCIÓN PT
(LÍQUIDOS PENETRANTES)**

POR

SUNTAXI GUALOTUÑA WILMER WLADIMIR

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para la obtención del título de

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA -MOTORES

2008

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el señor .SUNTAXI GUALOTUÑA WILMER WLADIMIR, como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA – MOTORES

SGOS. TÉC. AVC. SHULCA KLÉVER

Latacunga, 20 de Marzo del 2008

DEDICATORIA

La humildad es virtud que tiene la sabiduría para reconocer el verdadero amor "Sacrificio" y yo.

Dedico humildemente este trabajo a Dios por darme la oportunidad de vivir y de llegar hasta este momento, a mis padres por todos los esfuerzos que realizaron, en los momentos más difíciles y más felices a lo largo de mi carrera, Son Madre tu mirada y tu aliento. Son Padre tu trabajo y tu esfuerzo. Para que yo pudiera alcanzar la más preciada meta... ¡Ser Profesional!

A mis hermanas por el apoyo moral que siempre me han brindado y con el cual, he logrado terminar mi Carrera Profesional

A mi sobrino aunque a un pequeño me dio la fuerza y sabiduría para salir adelante.

Suntaxi Gualotuña Wilmer Wladimir

AGRADECIMIENTO

En el presente proyecto de grado, agradezco humildemente al creador de la fe al creador de lo que vemos y no vemos, de lo sentimos y no sentimos, de lo que tocamos y no tocamos, al creador del universo, al que me permitió dedicarle este trabajo Dios.

A mis padres sabiendo que no existirá una forma de agradecer toda una vida de sacrificios y esfuerzos, quiero que sientan que el objetivo logrado también es suyo y que la fuerza que me ayudo a conseguirlo fue su apoyo. Y a toda mi familia que me apoyaron en el transcurso de este camino.

Agradezco también a mi asesor del proyecto, por brindarme, su amistad, conocimientos y guiarme en el desarrollo del presente trabajo.

Suntaxi Gualotuña Wilmer Wladimir

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Caratula.....	I
Certificación.....	I
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
Índice de contenidos.....	V
Lista de figuras.....	X
Lista de tablas.....	XI
Nomenclatura.....	XII
Resumen.....	1
Introducción.....	3
Justificación.....	4
Alcance.....	5
Objetivos.....	5

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Horno de secado para la Inspección con líquidos penetrantes.....	7
1.1.1 ¿Qué es un horno?	7
1.2 Método de calentamiento del horno.....	7

1.3 Forma de energía utilizada para el calentamiento del horno.....	8
1.4 Componentes del horno.....	8
1.4.1 Quemador del horno.....	8
1.4.1.1 Regulaciones del quemador.....	8
1.4.1.2 Ubicación del quemador.....	9
1.4.2 Piloto.....	10
1.4.3 Colector o bandeja.....	10
1.4.4 Estructura portante, paredes y techo	10
1.4.4.1 Estructura realizada con paneles.....	11
1.4.5 Materiales usados como aislantes	11
1.4.5.1 Características del material aislante.....	12
1.4.6 Ventilador utilizado para la extracción de gases del horno.....	15
1.4.7 Dispositivos para la instalación de gas.....	16
1.4.7.1 Controlador de temperatura o termostato.....	16
1.4.7.2 Equipo de regulación.....	17
1.4.7.3 Válvula de ataque rápido.....	18
1.4.7.4 Manguera conductora de gas al sistema.....	18
1.5 Combustible utilizado en el horno.....	19
1.5.1 Combustión completa.....	19
1.5.2 Exceso de aire en la combustión.....	21
1.6 Sistema de alimentación del GLP al interior del horno.....	21
1.7 Ventilación del área del trabajo.....	22
1.8 Remoción o cambio de aire.....	22

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

2.1 Descripción de alternativas.....	26
2.1.1.1 Primera alternativas.....	26
2.1.1.2 Segunda alternativa.....	28
2.2 Análisis de factibilidad de las alternativas.....	29
2.3 Selección de la mejor alternativa.....	31
2.3.1 Parámetros de evaluación.....	31

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN

3.1 Materiales necesarios para la construcción del horno.....	36
3.2 Tipos de máquinas y herramientas requeridas para la construcción del horno.....	37
3.3 Diagramas de procesos de construcción de los diferente componentes estructurales del horno.....	38
3.4 Diagrama de sub ensamble de los componentes estructurales del horno.....	57
3. 5 Diagrama de sub ensamble de la instalación de gas.....	58
3.6 Diagrama de sub ensamble de la conexión eléctrica.....	59
3.7 Diagrama de ensamble de los componentes, instalación de gas y conexión eléctrica...	60
3.8 Descripción del trabajo realizado	61

3.8.1 Estructura.....	61
3.8.2 Instalación del sistema de gas y quemador.....	62
3.8.3 Instalación del ventilador y conexiones eléctricas.....	63
3.8.4 Verificación.....	63
3.8.5 Pintado.....	64
3.8.6 Acabado.....	64

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL HORNO PARA EL SECADO

4.1 Descripción del horno construido.....	65
4.1.1 Descripción del funcionamiento.....	66
4.2 Requerimientos técnicos para la implementación.....	67
4.3 Calculo del flujo de calor del horno.....	68
4.4 Calculo de aire necesario para la combustión.....	69
4.5 Pruebas de funcionamiento del horno.....	70

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 conclusiones.....	72
5.2 Recomendaciones.....	72

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

PLANOS

LISTA DE FIGURA

FIGURA 1.1	Aislante tipo san duche
FIGURA 1.2	Máxima eficiencia térmica
FIGURA 1.3	Máxima eficiencia acústica
FIGURA 1.4	Fácil de instalar y manejar
FIGURA 1.5	Ligero
FIGURA 1.6	Incombustible
FIGURA 1.7	Termostato
FIGURA 1.8	Sistema de funcionamiento del termostato
FIGURA 1.9	Regulador de presión
FIGURA 1.10	Manguera de presión
FIGURA 1.11	Laboratorio de NDI
FIGURA 2.1	Esquema de la primera alternativa
FIGURA 2.2	Esquema de la segunda alternativa

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.1 Numero de renovaciones de aire por hora

TABLA 2.1 Parámetros de evaluación y decisión

TABLA 3.1 Materiales utilizados en la construcción

TABLA 3.2 Codificación de máquinas y herramientas

TABLA 3.1 Simbología

TABLA 3.4 Verificación del funcionamiento del horno para el secado

NOMENCLATURA

D.G.A.C.	Dirección General de Aviación Civil
F.A.A.	Federal Administration Aviation
CEMA	Centro de Mantenimiento Aeronáutico
NDI	Ensayos no Destructivos
PT	Líquidos Penetrantes
GLP	Gas licuado de petróleo

RESUMEN

En el presente proyecto de grado tiene como finalidad ayudar a los técnicos del laboratorio de NDI a cumplir con las inspecciones y normas técnicas de una manera adecuada y eficiente.

Además se pretende demostrar que el secado de los productos aeronáuticos se puede realizar utilizando un sistema de instalación a gas relativamente económico y confiable.

Se describe, las características que debe reunir el horno para el secado de tambores y accesorios aeronáuticos, además se realizó un breve estudio sobre la renovación de aire en lugares donde se encuentran operando equipos como el horno de secado.

Antes de saber cuál es la mejor opción se realiza un estudio técnico para establecer una alternativa de aplicación de secado para los componentes aeronáuticos, siendo favorecido el horno para el secado de tambores y accesorios aeronáuticos con una instalación a gas, seguidamente se construye el horno, y se realiza pruebas de funcionamiento cumpliendo con establecidos.

Es indispensable para contemplar el funcionamiento, se elaboro el manual del horno el cuales están realizado para ayudar al Técnico a realizar la instalación del horno y el correcto funcionamiento, además encontramos formularios que pueden ayudar a prevenir fugas de gas, y acciones que se deben tomar en caso de emergencias peligrosas.

Se ha realizado un formulario de posibles fallas del horno el cual será de gran ayuda para el técnico, es importante conocer el manual mencionado ya que este conocimiento permitirá

desarrollar un plan de mantenimiento encaminado a reparaciones de aquellas averías frecuentes, reduciendo los costos que implican la corrección de ella.

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El Laboratorio de NDI del CEMA (Centro de Mantenimiento Aeronáutico) de la Sección PT (Líquidos Penetrantes) ubicado en la ciudad de Latacunga- Provincia del Cotopaxi, el cual presta servicios de inspecciones para las empresas de aviación tanto nacionales como extranjera.

El cual desde su creación no se cuenta con un equipo de secado adecuado por lo que ha venido presentando dificultades debido a que el proceso de secado se lo realiza a la intemperie, este método provoca que la suciedad que se encuentra en el medio ambiente contamine el producto, interfiriendo en las inspecciones realizadas.

De no solucionarse seguirán presentándose dificultades en el proceso de inspección, provocando pérdida de tiempo, dinero y actividades efectivas y eficientes.

Es así que el Laboratorio de NDI ha visto la necesidad de un horno para el secado de tambores y accesorios aeronáuticos a fin de cumplir con las normas ASTM E1418-05, página 754, numeral 7.1.6, 7.1.6.1 y 7.1.6.2.

JUSTIFICACIÓN.

El Laboratorio de NDI del CEMA de la Sección PT ubicado en la ciudad de Latacunga- Provincia del Cotopaxi, dispone de técnicos calificados muy capaces en cada una de sus áreas de trabajo; pero la carencia de un equipo para el secado, produce inspecciones inadecuadas, retrasos que impiden un excelente desarrollo de las operaciones, los cuales podrán ser mejoradas mediante la implementación de un horno para el secado con el cual se lograra procedimientos lógicos, técnicos y secuenciales de los procedimientos, permitiendo optimizar esfuerzo, tiempo y recursos.

La investigación, diseño y construcción, de un Horno de Secado para los Tambores y Accesorios Aeronáuticos es de gran importancia, porque durante la Inspección por Líquidos Penetrantes se debe realizar un secado adecuado de los componentes aeronáuticos como lo indican las normas ASTM, para cumplir con todos los parámetros establecidos.

Por lo antes mencionado es fundamental y prioritario la construcción de un horno, el cual ayudará a los técnicos al desempeño de funciones y procedimientos, y por ende lograr que las actividades se realicen de una manera efectiva, eficiente y cumplir con las normas establecidas por las agencias reguladoras en el país y del exterior como: D.G.A.C (Dirección General de Aviación Civil), F.A.A (Federal Administration Aviation).

ALCANCE.

El presente proyecto pretende brindar beneficios a los Técnicos que aportaran con su trabajo constante en el Laboratorio de NDI del CEMA de la sección PT ubicado en la ciudad de Latacunga.

De esta manera el equipo será una clave muy importante para el buen desarrollo de sus respectivos trabajos, y el personal que se encuentre involucrado en el laboratorio, podrá realizar sus respectivas inspecciones con mencionado equipo.

OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

Construir un Horno para el Secado de Tambores y Accesorios Aeronáuticos, para el Laboratorio de NDI del CEMA de la sección PT, ubicado en la ciudad de Latacunga Provincia del Cotopaxi.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Recopilar información para el desarrollo del proyecto, y así poder establecer sus bases técnicas y científicas.

- Efectuar un estudio sobre los aspectos a considerar en la construcción del horno.

- Analizar alternativas y seleccionar la mejor para su construcción.

- Construir el horno para el secado de tambores y accesorios aeronáuticos.

- Realizar pruebas de funcionamiento a fin de verificar que el horno se encuentre en óptimas condiciones para que pueda ser utilizado.

- Elaborar el manual del horno, que permita la correcta utilización del mismo y a la vez, que sirva de guía para los Técnicos, que laboran en el Laboratorio de NDI.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Horno de secado para la Inspección con Líquidos Penetrantes

1.1.1 ¿Qué es un horno?

El horno es un espacio cerrado, o dispositivo, donde se cumple un ciclo de calentamiento preestablecido debido, es decir, donde la energía química potencial del combustible se transforma en energía térmica. En el horno se quema el combustible en contacto con cierta cantidad recomendada de aire en exceso.

1.2 Método de calentamiento del horno

“Este tipo de horno utiliza un método básico de transmisión de calor el cual es la convección que involucra la transferencia de calor por mezcla de una parte del fluido

(líquido o gas) con otra. El movimiento del fluido puede deberse enteramente a la diferencia de densidad producto de la diferencia de temperatura, como en la convección natural, o puede producirse por medios mecánicos, como en la convección forzada. Usualmente se utilizan ventiladores para incrementar el coeficiente de transferencia térmica del sistema”¹.

1.3 Forma de energía utilizada para el calentamiento del horno

En relación a la forma de energía utilizada, este tipo de horno está adaptado para que puedan ser operados básicamente a través de gas licuado de petróleo, la forma de energía del combustible, posee sus ventajas y desventajas que deben ser aprovechadas o evitadas de acuerdo con las condiciones de producción exigidas, o en función de la política de abastecimiento adoptada por la empresa.

1.4 Componentes del horno

1.4.1 Quemador del horno

¹ Dra. ORDOÑEZ Stella - Depto. de Ingeniería Metalúrgica - Universidad de Santiago de Chile

El quemador es un dispositivo, que acepta cantidades específicas de aire y combustible, mezclándolos en la forma más homogénea posible, para permitir el quemado de este combustible mediante procesos químicos estables.

Su función principal es quemar el combustible, y proporcionar el calor en forma uniforme, a fin de obtener un perfil estable de temperatura. Debe poseer capacidad para dispersar el calor al interior del Horno;

1.4.1.1 Regulaciones del quemador

La presión de atomización o pulverización debe ser vigilada regularmente, la cual tiene que permanecer estabilizada durante su operación. Haciendo ajustes en el interior del quemador, modificando la posición del inyector, o regulando la entrada del aire hacia el quemador mediante el gasificador que se encuentra instalado en el quemador operación delicada que debe estar en manos de especialistas. El desgaste y la obstrucción de los inyectores es una causa frecuente de problemas.

1.4.1.2 Ubicación del quemador

“Con respecto a la ubicación del quemador, es posible que en la mayoría de los casos, sea más económico instalar quemadores laterales, porque no es necesario incurrir en gastos para levantar el Horno con el fin de proporcionar más espacio. Sin embargo, cuando los quemadores están en la pared, la primera reducción de costo se obtiene a expensas de un menor rendimiento.

Con iguales condiciones limitantes, la combustión en un Horno es de un 25% más activa con quemadores en el piso. Es por esta razón que el quemador en el horno se le instalo en la parte baja. Esto se debe a:

- Mejor uso de volumen de combustión.
- Mejor distribución de calor.
- Mejor control del calor y una combustión más uniforme en todas las áreas del horno².

1.4.2 Piloto

El piloto del horno es una pequeña flama de gas que se mantienen encendidas para que sirvan de fuente de encendido para un quemador de gas más potente. Entre los aparatos

² ÁLVAREZ Luis F; Análisis de fallas en equipos; Chile 1996

domésticos comunes que usan un piloto se encuentran los calentadores domésticos de agua, los calefactores y los sistemas de calefacción central.

Cuando ocurre una combustión incompleta en el horno, se produce monóxido de carbono, y esto puede llevar a una intoxicación por monóxido de carbono. La flama del piloto debe ser estable y de color azul transparente (es normal que tenga motitas anaranjadas).

1.4.3 Colector o bandeja

Es un colector que utiliza toda la sección baja del horno la cual recolecta el líquido penetrante que gotea de los componentes aeronáuticos, al mismo tiempo servirá como recolector de suciedad u objeto extraño que se encuentra en los productos, este colector o bandeja es de gran importancia ya que protege al quemador eliminando el problema de goteo evitando que el quemador se apague o se obstruya durante el proceso de secado.

1.4.4 Estructura portante, paredes y techo

También llamado manto, cámara del Horno, está constituido por planchas de tol al carbono, y están protegidas del medio ambiente por capas de pintura, que soporta hasta 500°C.

1.4.4.1 Estructura realizado con paneles.

- Los paneles están contruidos de lámina de tol.
- Cada panel tiene un aislamiento tipo san duche con fibra de vidrio ver (fig.1.1) el cual conforma las paredes exterior e interior del horno.
- La fibra de vidrio en el interior asegura una máxima aislación térmica.

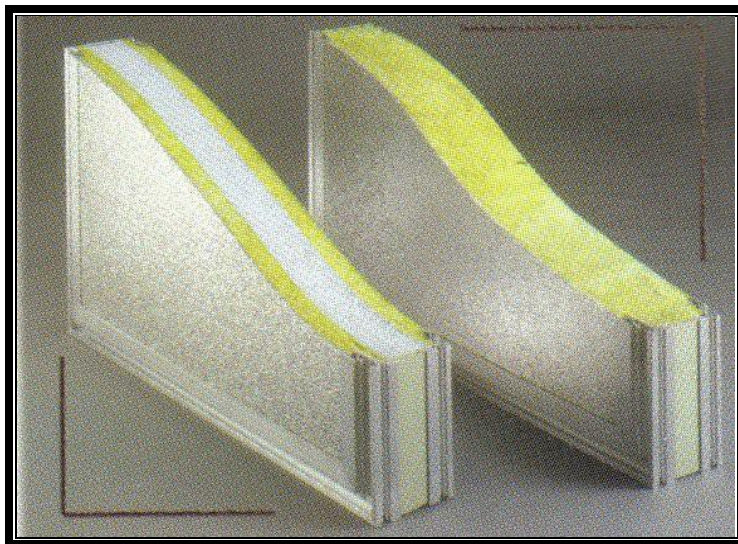


Fig. 1.1 Aislamiento tipo san duche

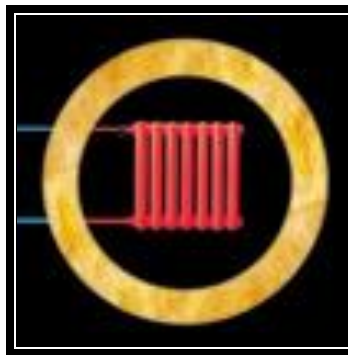
1.4.5 Material usado como aislante.

Aislamiento termo acústico fabricado con fibra de vidrio aglutinada con resina térmicamente para soportar temperaturas hasta 232°C (450°F) se recomienda para el aislamiento termo acústico de sistemas de ductos de aire acondicionado y calefacción, aislante en horno, industria vidriera, etc.

1.4.5.1 "Características del material aislante"³

Máxima eficiencia térmica

La colchoneta de fibra de vidrio al tener la más baja conductividad térmica que cualquier otro aislante de su tipo, garantiza la menor pérdida o ganancia de calor y un ahorro substancial en sistemas de ductos para aislar aire acondicionado y calefacción.



³ www.gogle.com

Fig. 1.2 Máxima eficiencia térmica

Máxima eficiencia acústica

Por el gran número de celdillas que tienen aire, la colchoneta fibra de vidrio goza de excelentes propiedades acústicas. Se puede decir que la fibra de vidrio es uno de los productos más eficientes en absorción de sonido acústico.



Fig.1.3 Máxima eficiencia acústica

Resistencia a la vibración

El diámetro y la longitud de la fibra, además del tipo de fibra do, esto impide que el aislamiento se asiente en los sistemas para ductos de aire acondicionado y calefacción sujetos a

vibraciones. Al conservar su forma original se garantiza uniformidad en la conductividad térmica y flujo de calor o frío en cualquier lugar.

No favorece la corrosión

La naturaleza no ferrosa de la fibra de vidrio no favorece la corrosión en acero, cobre y aluminio. Resultado: Mayor vida útil en equipos e instalaciones.

Fácil de instalar y manejar

Por su densidad, flexibilidad y facilidad de manejo es un material de rápida instalación que se adapta a las superficies irregulares de los sistemas de aire acondicionado y calefacción, maximizando su operación.



Fig.1.4 Fácil de instalar y manejar

Ligero

Su ligereza permite acoplarse a los sistemas, equipos o productos finales, sin el peligro de dañar el equipo por sobrepeso.



Fig.1.5 Ligero

Bajo mantenimiento y larga duración

La fibra de vidrio se caracteriza por su larga duración, por lo que los gastos de mantenimiento son mínimos y la reposición del aislamiento en un sistema bien instalado, es a largo plazo

Incombustible

Su naturaleza y componentes no combustibles evitan el riesgo de propagación del fuego, lo que reduce el costo de las primas de los seguros contra incendio.



Fig.1.6 Incombustible

Resilente

Las características de los rollos y las propiedades de la fibra de vidrio le permiten al material recuperar su forma y espesor siempre y cuando la presión que lo deforma se retire, asegurando su factor R (Resistencia Térmica)

Dimensionalmente estable

La fibra de vidrio no se expande ni se contrae al estar expuesta a bajas o altas temperaturas, con lo cual se evita la formación de aberturas que permitan la fuga o entrada de calor o frío.

Inorgánico e inodoro

No crea hongos ni bacterias, con lo que se evita la aparición de olores y se alarga la vida útil del material.

A su vez los paneles están vinculados entre sí por un sistema de sujeción por soldas que evitan el uso de tornillos y remaches, haciendo muy sencillo su montaje y generando una mayor facilidad para su construcción.

1.4.6 Ventilador utilizado para la extracción de gases del horno

El tipo de ventilador utilizado es de tipo axial o helicoidal el flujo o corriente de fluido gaseoso es esencialmente paralelo al eje longitudinal o eje de giro de la hélice o rodete, y son especialmente apropiados para la impulsión o aspiración de grandes volúmenes de aire a baja presión.

La distinción principal de estos aparatos es la forma de las palas, la cual posee una inclinación con relación a su eje de manera que al girar el mismo efectúa un movimiento semejante al que haría un tornillo, en virtud de la cual el aire se ve forzado a pasar a través de la misma adquiriendo la velocidad que dicha pala trasmite.

1.4.7 Dispositivos para la instalación de gas

1.4.7.1 Controlador de temperatura o termostato

Este es un instrumento de gran importancia ya que mediante este dispositivo se puede controlar y regular la temperatura del horno también controla al piloto y abastece al quemador. Además un termostato es un dispositivo que sirve para mantener estable la temperatura de un local o dispositivo dentro de ciertos márgenes (ver figura 1.7).



Fig.1.7 Termostato

Estos termostatos usan como sensor de temperatura un bulbo lleno de un gas o de un líquido volátil que se conecta a través de un estrecho conducto a una cámara cerrada flexible en forma de disco volador. Cuando se calienta el gas o el líquido dentro del bulbo sensor, la presión de vapor crece y hace que la cámara flexible se dilate (como lo hace un globo al inflarlo) este movimiento de crecimiento de la cámara flexible empuja un vástago que

acciona un interruptor eléctrico que conecta o desconecta el elemento generador de calor (o frío) y vice versa manteniendo de esta forma la temperatura estable en la zona donde está el bulbo sensor ver (fig. 1.8)

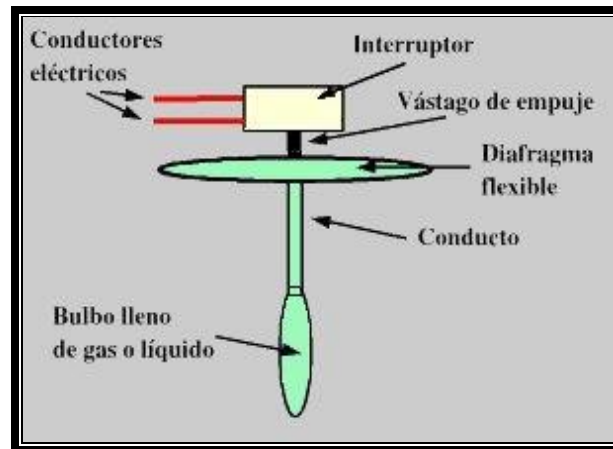


Fig.1.8 Sistema de funcionamiento del termostato

1.4.7.2 Equipo de regulación.

La válvula reguladora (ver fig.1.9) permite reducir la presión del gas de 12 a 0 onzas que alimenta y mantiene este un valor constante en la presión regulada, a fin de que llegue hasta el quemador del horno con una presión adecuada y lograr una llama controlable con la parilla del termostato.



Fig.1.9 Regulador de presión

El cilindro tiene una válvula de paso automática, que lo mantiene cerrado y no deja salir el gas. Esta válvula sólo se abre cuando se coloca la válvula reguladora de presión. A un costado de la misma válvula, hay un dispositivo de seguridad o de desfogue, que solo funciona cuando la presión del cilindro aumenta excesivamente, por la acción del calor exterior. Con este dispositivo es casi imposible que el cilindro explote además que estos están contruidos para soportar presión 3 veces mayor que la del interior del cilindro.

1.4.7.3 Válvula de ataque rápido

Es una válvula de seguridad que no permite el retorno del gas, además esta válvula tiene la capacidad de a abrir la válvula del cilindro para permitir el paso del gas al sistema.

1.4.7.4 Mangueras conductoras de gas al sistema

Este tipo de mangueras soportan una alta presión de 20 bares (320 psi). Tener la precaución de no pasar la manguera por detrás del horno, ya que por esa zona evacuan los gases producto de la combustión, por lo que la temperatura es elevada. También se debe mantener la manguera del cilindro alejada de los costados del horno que son a su vez las paredes del mismo, los cuales se pueden calentar cuando éste se enciende.

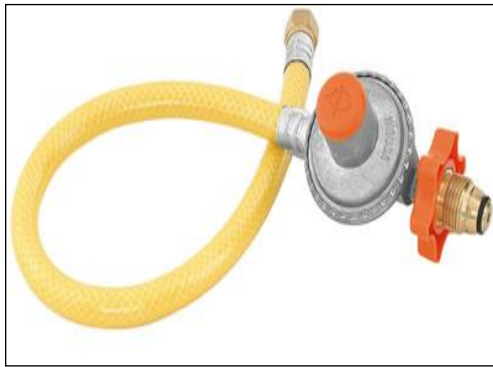


Fig. 1.10 Manguera de presión

1.5 Combustible utilizado en el horno

Las sustancias que se pueden quemar, liberando calor, se llaman combustibles. La principal característica del combustible es su poder calorífico. El poder calorífico de un combustible es la cantidad de energía que se produce en la combustión completa de una unidad de masa o de volumen. El poder calorífico depende de las características químicas del combustible.

El combustible utilizado para generar calor en el interior del horno es el gas licuado (GLP) el cual posee un poder calorífico de 10900 (Kcal/Kg).

1.5.1 Combustión Completa

Cuando la combustión es incompleta, o el combustible no está correctamente pulverizado, o el quemador está mal regulado. Hay que verificar, entonces, el estado y funcionamiento del quemador, o ver si el combustible está mezclado con suciedades o agua.

Para que ocurra una buena combustión debe existir la cantidad de aire suficiente. Esta se reconoce por la llama viva, azul y estable.

“Para quemar completamente 1 kg de gas se requiere un mínimo de 15 kg de aire, o sea unos 12 m³. Como en un quemador no se puede mezclar bien el aire con el combustible, es necesario aumentar la cantidad de aire. Esto aumenta el volumen de gases de la combustión, los cuales, por estar a una temperatura determinada, aumentan las pérdidas de calor, proporcionales al exceso de aire.

Para medir el exceso de aire, se debe obtener una muestra de los gases y medir en ellos el contenido de anhídrido carbónico (CO₂). En una combustión perfecta el contenido

de CO₂ debe ser el 15,2% en volumen. El exceso de aire será por tanto más elevado cuando el porcentaje de CO₂ es menor⁴.

Por otro lado, si la cantidad de aire (o sea el oxígeno) es insuficiente, una parte del carbono será parcialmente quemado, lo que se traducirá en la formación de hollín. Entonces, existe la tendencia a aumentar la cantidad de aire al quemador para asegurar una combustión lo más completa posible, con las consecuencias explicadas. Un exceso de aire produce, en general, una llama de color amarillo claro.

Una buena llama del quemador tiene un color vivo, azul y estable, lo que representa un funcionamiento correcto (para combustibles tipo gasoil). Si se observan llamaradas rojas y lenguas de humo se deduce que la combustión tiene un exceso de combustible, por trabajar con la válvula de combustible demasiado abierta y no es posible regular la combustión porque la entrada de aire ya está abierta al máximo.

1.5.2 Exceso de aire en la combustión

El exceso de aire, en la combustión, significa que la cantidad de aire es mayor que el que se necesita para la combustión completa. El exceso de aire en la combustión sirve para asegurar la mezcla perfecta e íntima del combustible con el aire, debido al breve lapso en

⁴ www.yahoo.com

que ambos permanecen juntos. La cantidad de aire en exceso depende básicamente del tipo de combustible.

Los combustibles sólidos son los que más exigen exceso de aire, esto es, del 30 al 60% más que la cantidad calculada para la combustión. Los combustibles líquidos exigen un exceso del 10 al 30% y los gaseosos, del 5 al 20%.

1.6 Sistema de alimentación de GLP al interior del horno.

El horno para su funciona se alimenta de un combustible el cual es abastecido desde los cilindros de gas los cuales con tienen una válvula de seguridad, que actúa cuando la presión interior del cilindro alcanza un determinado valor. La presión interior del cilindro sube a causa de un incremento de la temperatura, por ejemplo en un incendio.

Una vez que actúa la válvula de seguridad, comienza a escapar el gas, produciéndose el efecto "antorcha" evitando que el cilindro de gas explote.

Este sistema de alimentación de gas contiene una válvula de ataque rápido que se conecta directamente al cilindro la cual abre la válvula y la dirige hacia el regulador que reduce la presión de 16 a 1 Onzas.

1.7 Ventilación del área de trabajo

“Ventilar es cambiar, renovar, extraer el aire interior de un recinto y sustituirlo por aire nuevo del exterior a fin de evitar su enrarecimiento, eliminando el calor, polvo, el vapor, los olores y cuanto elemento perjudicial o impureza contenga el aire ambiental encerrado dentro del local o laboratorio. De no llevarse a cabo esta renovación, la respiración de las personas que ocupan el local se haría dificultosa y molesta, siendo un obstáculo para las normas actividades que se desarrollan dentro del laboratorio”⁵.

1.8 Renovación o cambio de aire

“La cantidad de aire necesario para efectuar una ventilación puede depender entre otros factores de:

- Dimensiones y características del local
- Actividades a que están destinadas
- Calor a disipar o carga térmica
- Granulometría de los sólidos a transportar

⁵ CARNICERO Royo E. 1994. Ventilación industrial; Segunda edición.

Se ha de advertir que la ventilación en lo absoluto modifica las cualidades del aire respecto a su temperatura, humedad y demás aspectos que son estudiados en el aire acondicionado, centrándose en el movimiento del aire y su consiguiente desplazamiento y traslación”⁶.

Una manera de calcular la ventilación es por renovación o cambio de aire circundante. En la tabla (1.1) se indica para cada problema una cantidad de renovaciones como base de partida.

Tabla 1.1 “Número de renovaciones de aire por hora”⁷.

Naturaleza del local	Renovación de aire por hora
Talleres de pintura	30 – 60
Laboratorios	5 – 15
Talleres con hornos	30 – 60
Teatros	10 - 15
Tiendas	6 – 8
Tintorerías	20 – 30
Tocinerías	6 – 10
Tren laminador	15 – 20
Vestuario en piscinas	8 – 10

⁶ CARNICERO Royo E. 1994. Ventilación industrial; Segunda edición.

⁷ CARNICERO Royo E. 1994. Ventilación industrial; Segunda edición.

Para determinar que caudal se precisa de un ventilador destinado a renovar el ambiente del laboratorio o local, es necesario que en primer lugar se fije la función a que este va destinado y, de acuerdo con la misma, establecer el número de veces por hora que debe cambiarse el volumen total del aire, esto es, sustituirlos por otro no contaminado.

El proceso a seguir es el siguiente

Se calcula primero el volumen en m^3 del local, para lo que se multiplica el valor de las tres magnitudes que lo define: ancho, largo, alto.

En la (tabla 1.1) se encuentra el número de renovaciones por hora necesario para ventilar el laboratorio.

Multiplicando el volumen del local por el número de renovaciones se obtiene la cantidad de aire a suministrar, expresado en m^3/h

Ejemplo: Supongamos que se trata de ventilar laboratorio en el cual va a funcionar el horno cuyas dimensiones son: longitud 13m; ancho 6m; altura 6m.

1. Cálculo del volumen del local.

$$V = 13 \times 6 \times 6 = 468 m^3$$

1. Según la tabla 1.1 seleccionaremos de 30 a 60 renovaciones por hora (talleres con horno), quedándonos con 45 renovaciones como término medio.

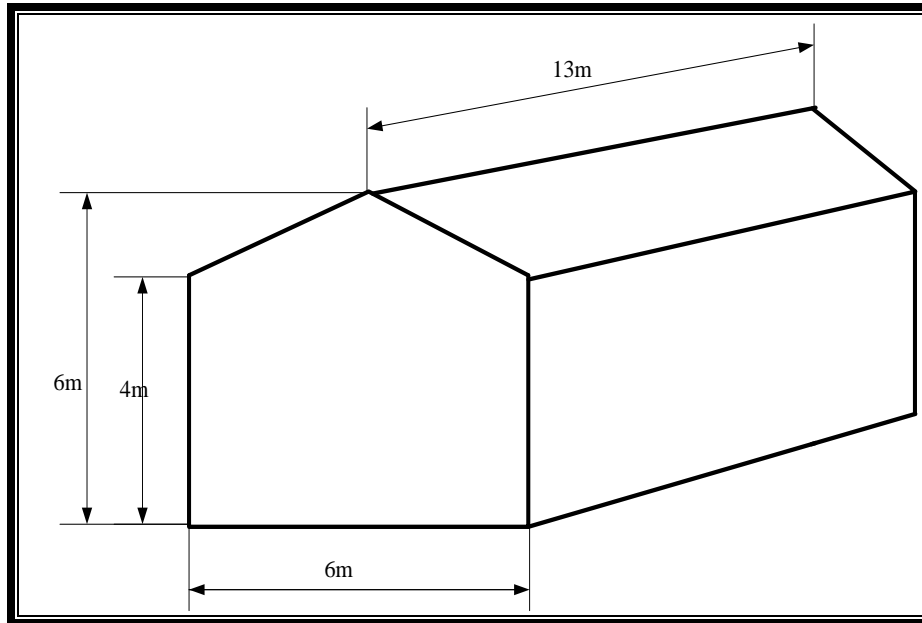


Fig. 1.11 Laboratorio de NDI

1. El caudal necesario o volumen de aire a extraer será:

$$V = 468 \text{ m}^3 \times 45 \text{ renov./h} = 21060 \text{ m}^3/\text{h}$$

Entre la gama de ventiladores se escogerá uno capaz de dar este caudal. En caso de pretender una mejor distribución de la ventilación.

CAPÍTULO II
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

2.1 Descripción de alternativas

Dentro de las alternativas propuestas se han escogido dos tipos de construcciones de un horno de secado como modelos en los que se utilizará para el secado de productos aeronáuticos. Para esta selección se toma en cuenta el diseño; facilidad de construcción, aplicación y costo. Las alternativas en este caso son las siguientes:

- Horno para el secado por resistencia eléctrica.
- Horno para el secado con instalación a gas.

2.1.1 Primera alternativa

En esta alternativa se habla de un horno de secado por resistencia el producen temperaturas muy elevadas y son los más indicados para la obtención de aceros especiales, la potencia de los hornos eléctricos se expresa por Kw de corriente absorbida.

Este tipo de se basa en el principio de que un cuerpo conductor atravesado por la corriente eléctrica se calienta hasta fundirse. Prácticamente estos hornos (construidos con materiales de alta resistencia eléctrica) se usan hoy más bien para producir temperatura hasta 1000° para los distintos tratamientos térmicos, y muy pocos para fusión de acero.

En este tipo de hornos se requiere de partes y componentes utilizados con electricidad una estructura fija y una fuente de electricidad. En el sistema eléctrico la temperatura se regulará mediante un controlador de temperatura.

Este horno consiste de las siguientes partes:

- Ventilador
- Niquelinas
- Regulador de temperatura
- Regulador de voltaje
- Estructura metálica
- Cable flexible
- Caja de revisión.

En esta figura siguiente se indica una idea de la alternativa para el secado de tambores y accesorios aeronáuticos.



Fig.2.1. Esquema de primera alternativa

2.1.1.2. Segunda alternativa

En esta segunda alternativa se habla sobre el horno para el secado con instalación a gas, el cual es muy eficaz, tanto por que los tiempos de calentamiento se realiza en menos tiempo, y por los gastos se ven reducidos, como por su manejo. Nos resulta fácil regular la atmósfera interior del horno, simplemente variando la inyección de la mezcla de gas y aire, por lo que resultan muy útiles para hacer reducciones. La temperatura que se alcanza en la zona en donde se produce la combustión es menor que en la de los hornos eléctricos.

El inconveniente más destacable que presentan estos hornos, es que las botellas de gas tienen que estar debidamente aisladas y separadas del horno, normalmente colocadas en el exterior.

La segunda alternativa habla sobre la adquisición de parte y componentes utilizados en las instalaciones de gas doméstico y comercial para lograr la construcción del horno y aplicar un sistema a gas. La instalación y distribución del gas se lo realizará desde un tanque estacionario en todas sus capacidades, y para el control de la temperatura utilizará un termostato el cual contiene un bulbo que registra y controla la temperatura.

Elementos de la segunda alternativa

- Líneas de Aprovechamiento de Gas

- Válvulas

- Tanques estacionarios

- Sistemas de Seguridad

- Quemadores

- Reguladores

- Controles de Flama

- Estructura el cual encierre el calor
- Regulador de temperatura o termostato

En la siguiente figura se aprecia una idea de la segunda alternativa.

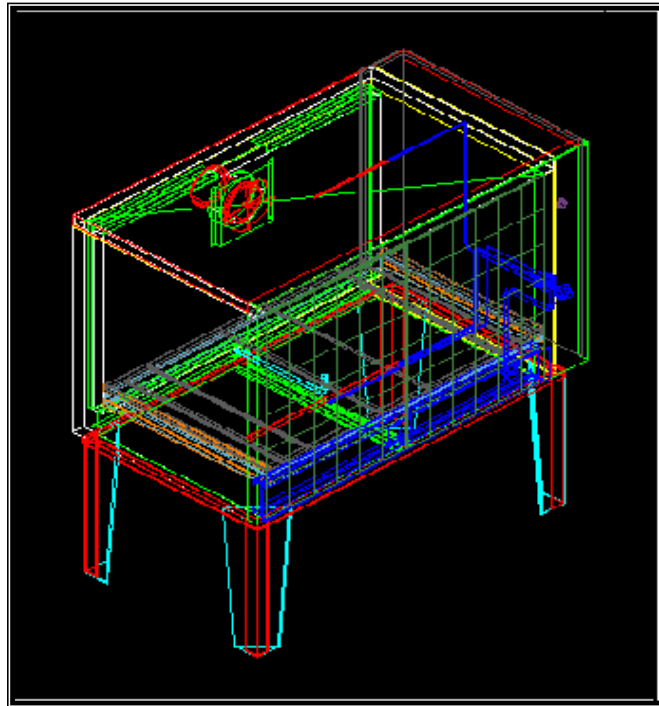


Fig.2.2 Esquema de la segunda alternativa

2.2 Análisis de factibilidad de las alternativas

En esta, fase se analiza las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas para poder determinar la mejor, además permitirá estudiar los requerimientos técnicos, con el fin de construir el horno para el secado de tambores y accesorios aeronáuticos en donde se aplicará el método de secado más idóneo.

2.2.1. Primera alternativa

Construcción de un Horno de secado con instalación eléctrica.

Ventajas

- Fácil adquisición de partes y componentes.
- Su operación es segura.
- Puede alcanzar altas temperaturas.
- Extrema precisión del control de las temperaturas.
- Total ausencia de contaminantes.

Desventajas

- Necesita de un mantenimiento frecuente.

- Alto costos en mantenimiento.
- Altos costos de energía eléctrica.
- El amperaje real al encender el horno puede exceder el valor proporcionado.
- Se requiere de una planta eléctrica cuando aparezca un corte eléctrico.
- Mayor complejidad para operar el mecanismo.
- Una mala manipulación en los cables puede ocasionar cortocircuitos.
- Requiere un mayor tiempo para generar el calor adecuado.

2.2.2. Segunda alternativa

Construcción de un Horno de secado con instalación gas.

Ventajas

- Es un combustible fácilmente transportable, lleva energía allí donde otras fuentes no llegan.
- Ahorro de energía eléctrica.
- Bajos costo de mantenimiento.

- Fácil adquisición de partes y productos.
- Fácil de operar.
- Fácil de transportar.
- Permite el acceso al interior de partes y componentes de control.
- Menor tiempo para generar el calor requerido.

Desventaja

- Un mal mantenimiento puede ocasionar fugas de gas.
- Necesita una buena ventilación.

2.4 Selección de la mejor alternativa.

2.4.1 Parámetros de evaluación

Para la evaluación de cada una de las alternativas, se asignará un valor X_i a los parámetros de selección, que se han considerado los más importantes que permitirán seleccionar la mejor alternativa.

La asignación de los valores X_i dependerá de importancia del parámetro y de su valor de ponderación estará entre: $0 < X_i \leq 1$, y cada valores dado al factor de ponderación (x_i) se multiplicara por 100 para conocer el 100%.

En función de las ventajas y desventajas que presentan las alternativas, se evaluará cada parámetro y alternativa que obtenga el valor más alto en la calificación de parámetros será el seleccionado para ser construido.

Las alternativas también tendrán una calificación entre cero y uno.

Los parámetros de selección que se han considerado, son los siguientes, los mismos que están divididos en tres aspectos (técnico, económico y complementario).

1. Factor mecánico.

- Material
- Construcción
- Funcionalidad
- Facilidad de operación
- Rendimiento
- Mantenimiento

2. Factor económico

- Costo de fabricación

3. Factor complementario

- Tamaño
- Forma

A continuación se define cada uno de los factores

2.4.1.1. Factor mecánico

- **Material:** se refiere al material recomendado y su fácil adquisición para lograr que la construcción sea óptima considerando un valor de ponderación de 0.0833.
- **Construcción:** para evaluar este parámetro se evita entrar en procesos complicados de la construcción del horno, para ello se necesitará un producto con tolerancias adecuadas y otros que permitan el buen funcionamiento, se asigna un valor de ponderación de 0.0833.

- **Funcionalidad:** habla acerca de las características de funcionamiento del horno para que cumpla con los fines para la que será construido, se designa un valor de de 0.0833.

- **Facilidad de Operación:** se refiere al funcionamiento del horno de secado para tambores y accesorios aeronáuticos con la mayor facilidad de operación, considerando un valor de ponderación de 0.0833.

- **Rendimiento:** este parámetro se refiere a que se debe tener un alto grado de seguridad para que el horno satisfaga las necesidades por la que fue proyectado, se le asigna un valor de .0833.

- **Mantenimiento:** es importante para que el horno de secado tenga un óptimo funcionamiento considerando un valor de ponderación de 0.0833.

2.4.1.2 Factores económicos

- **Costos de fabricación:** es el de mayor importancia para la elección adecuada en la selección de construcción y buscar la alternativa más económica sin dejar pasar por alto su alta calidad; considerando un valor de ponderación de 0.25.

2.4.1.3. Factor complementario

- **Tamaño:** se refiere al espacio que ocupara el horno de acuerdo al área que se tiene disponible, considerando un valor de ponderación de 0.125.
- **Forma:** se refiere a la ergonomía que presenta el horno para el secado de tambores y accesorios aeronáuticos, considerando un valor de ponderación de 0.125.

Tabla 2.1 Parámetros de evaluación y decisión

Parámetros de evaluación	F.	ALTERNATIVAS
--------------------------	-----------	---------------------

	Pond.				
	Xi	1	1xXi	2	2xXi
1. Factor mecánico.					
➤ Materiales	0.0833	0.6	0.0499	0.8	0.0666
➤ Construcción	0.0833	0.6	0.0499	0.8	0.0666
➤ Funcionalidad	0.0833	0.6	0.0499	0.8	0.0666
➤ Facilidad de Operación	0.0833	0.7	0.0583	0.7	0.0583
➤ Rendimiento	0.0833	0.7	0.0583	0.9	0.0749
➤ Mantenimiento	0.0833	0.6	0.0499	0.7	0.0583
	0.0833	0.7	0.0583	0.8	0.0666
2. Factor económico					
➤ Costos de fabricación	0.25	0.6	0.15	0.8	0.2
3. Factor complementario					
➤ Tamaño	0.125	0.8	0.1	0.8	0.1
➤ Forma	0.125	0.7	0.0875	0.9	0.1125
Total.			0.6621		0.8038

Concluido el análisis de factibilidad, de cada alternativa y la evaluación de parámetros, se termina que la segunda alternativa representa la mejor opción para la construcción.

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN

En este capítulo se tiene como objetivo principal detallar los principales procesos de construcción y ensamblaje de las partes que conforman el horno para el secado de tambores y accesorios aeronáuticos.

La construcción del horno se realizó por etapas con el fin de optimizar los recursos y el tiempo de una mejor manera. A continuación se detalla el orden que se siguió para la construcción:

- Estructura
- Instalación del quemador
- Instalación del ventilador
- Conexiones eléctricas
- Verificado
- Pintado
- Acabado

3.1 Materiales utilizados en la construcción

Para el trabajo de construcción de las partes y componentes del horno para el secado de tambores y accesorios aeronáuticos se toman en cuenta ciertos materiales que se detallan a continuación, los costos y cantidad de los materiales utilizados lo encontramos en el (anexo "B").

Tabla 3.1 Materiales utilizados en la construcción

Materiales	Utilización
------------	-------------

Plancha de tol negro de 1/32 pulgada	Estructura del horno
Lámina de acero inoxidable de 0.5	Terminado frontal del horno
Lámina galvanizada de 1/32 pulgada	Bandeja recolecto de líquido y suciedad
Ángulo de hierro de 1x 3/16 de pulgada	Parrilla del horno
Ángulo de hierro de 1 1/4x 3/16 de pulgada	Patas de soporte del horno
Tubo redondo negro de 1 pulgada	Instalación de gas
Lámina de acero inoxidable perforada 0.7 pulgadas	Malla protectora del ventilador
Barrilla de acero 3/16 pulgada	Pasador para la cortina
Remaches de 1/8	Empleara para la sujeción de las láminas
Tornillos 10 x 3/4	Utilizado para sujetar estructura
Vibra de vidrio	Empleado como aislante en las paredes
Electrodos 6011	Utilizado para la unión permanente de las piezas metálicas ejecutadas.
Tubo de cobre flexible 3/8 pulgadas	Instalación del quemador
Tubo de cobre flexible de 3/16 pulgadas	Instalación del piloto

3.2 Tipo de máquinas y herramientas utilizadas en la construcción del Horno para el Secado de Tambores y Accesorios Aeronáuticos.

Para la construcción del horno es necesario conocer las máquinas y herramientas, los mismos que se utilizaron durante el proceso de construcción, los cuales pertenecen al taller de la ciudad de Quito, y su costo lo encontramos en el (anexo B).

Tabla 3.2 Codificación de máquinas y herramientas

Máquinas / Herramientas	Codificación	Características
Soldadora eléctrica	S1	110/220 V AC 60 Hz
Soldadora autógena	S2	220V
Soldadora de punto	S3	200V
Taladro	T1	1700RPM 110V AC
Amoladora eléctrica	A2	110V AC
Esmeril	P1	110V AC
Guillotina	G1	Dell
Dobladora manual	D1	25 muelas
Compresor	C1	40 psi. 2Hp
Tijera para cortar tol	T2	-
Gramil	R1	Dos patas
Entenalla	E1	10 Kg (peso)
Sierra manual	I1	Hoja desmontable
Llaves de boca y corona	L1	3/8 pulgada
Destornilladores	O1	Plano y estrella
Metro	M1	4m
Martillo	M2	10 onzas (peso)
Brocas	B1	3/8 pulgada

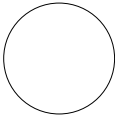
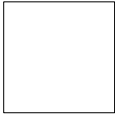
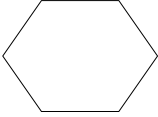

Escuadra graduada	U1	45cm
Remachadora	H1	-
Mulímetro	X1	-
Soplete para pintar	W1	-
Limas	Q1	Cuadrada, redonda

3.3 Diagramas de procesos de los diferentes componentes del horno

En los diagramas de procesos se realizó un esquema de la construcción de cada uno de los componentes del horno para el secado.

La tabla 3.1 presenta la simbología utilizada en los diagramas de proceso.

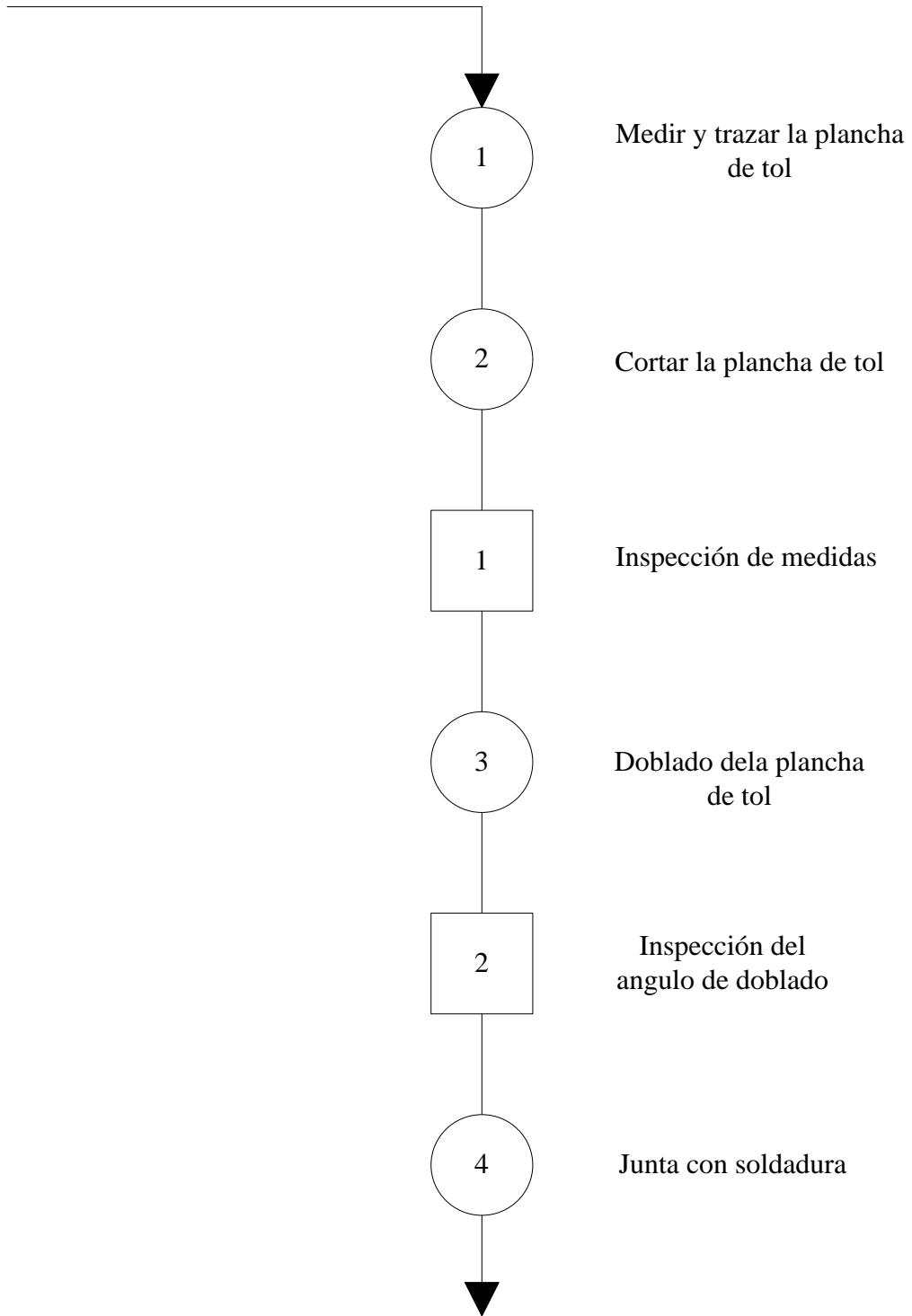
Tabla 3.3 Simbología

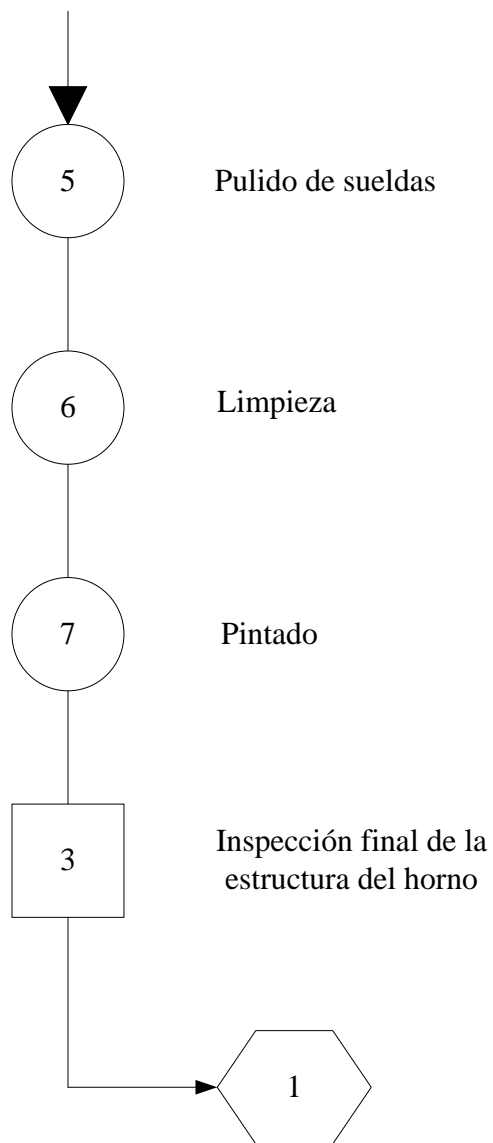
Detalle	Símbolo
Operación	
Inspección	
Producto semi-elaborado	
Línea de conexión	

A continuación se presenta los diagramas de los diferentes procesos en la construcción del horno para el secado de tambores y accesorios aeronáuticos.

3.3.1 Diagrama de procesos de fabricación de la estructura del Horno para el Secado de Tambores y Accesorios Aeronáuticos.

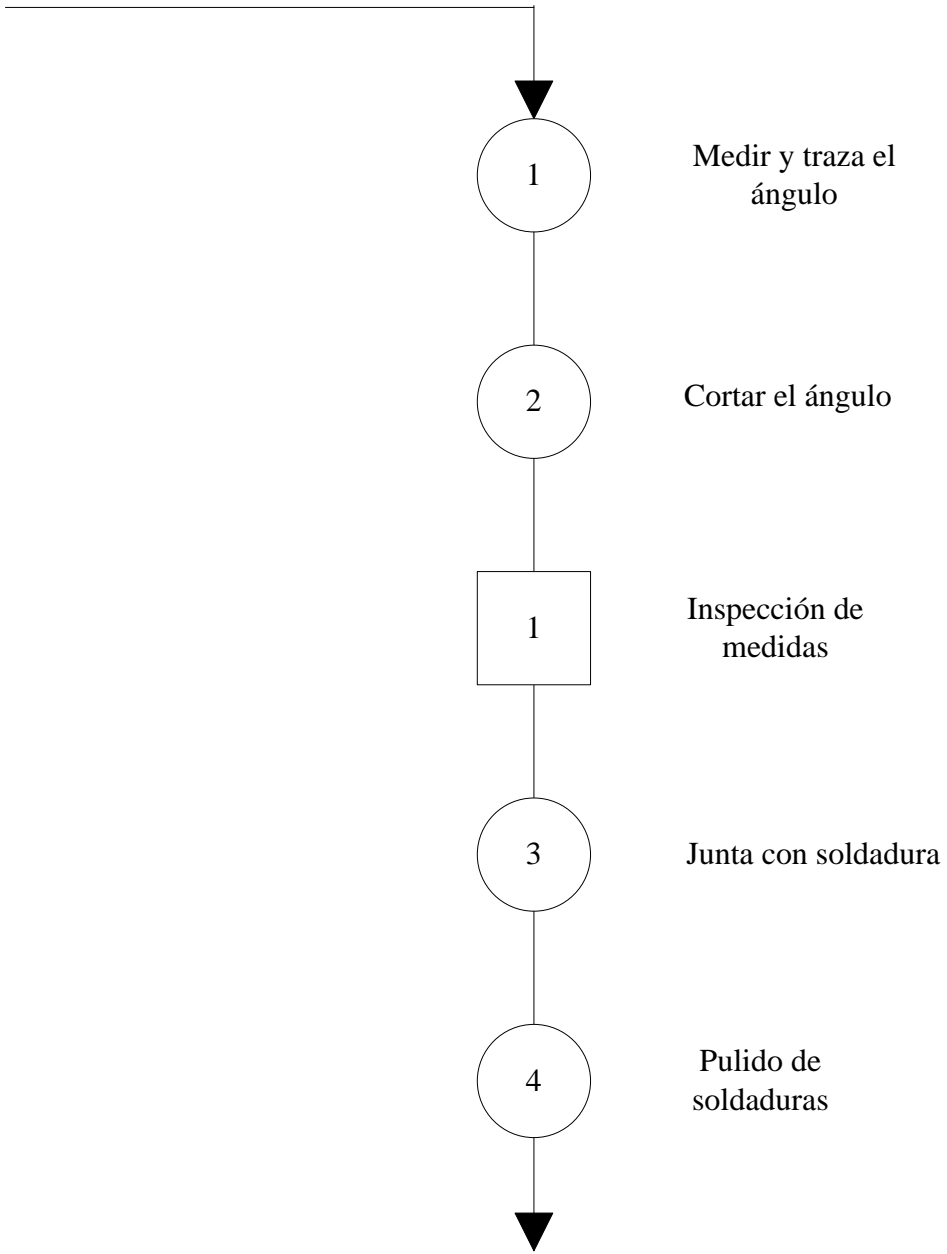
Material: Plancha de tol negro de 1/32 pulgada

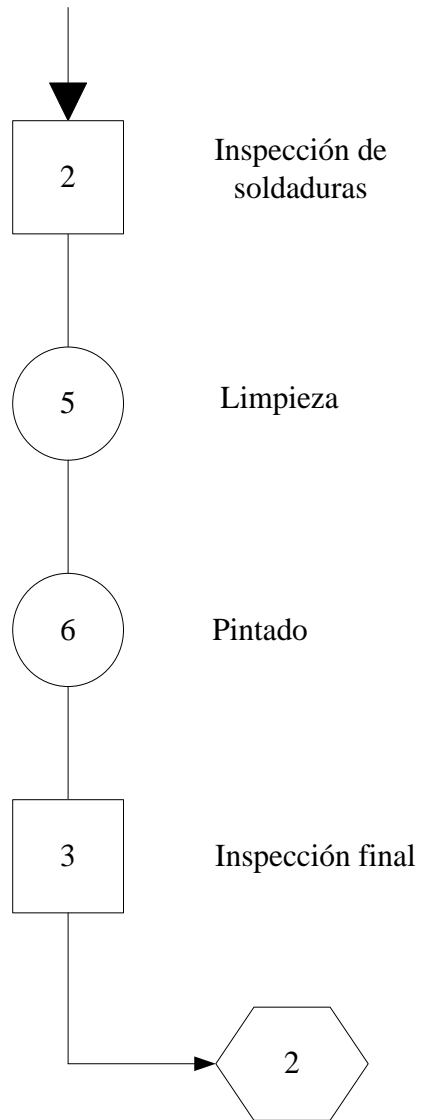




3.3.2 Diagrama de procesos de fabricación de las patas que soportara al Horno para el Secado de Tambores y Accesorios Aeronáuticos.

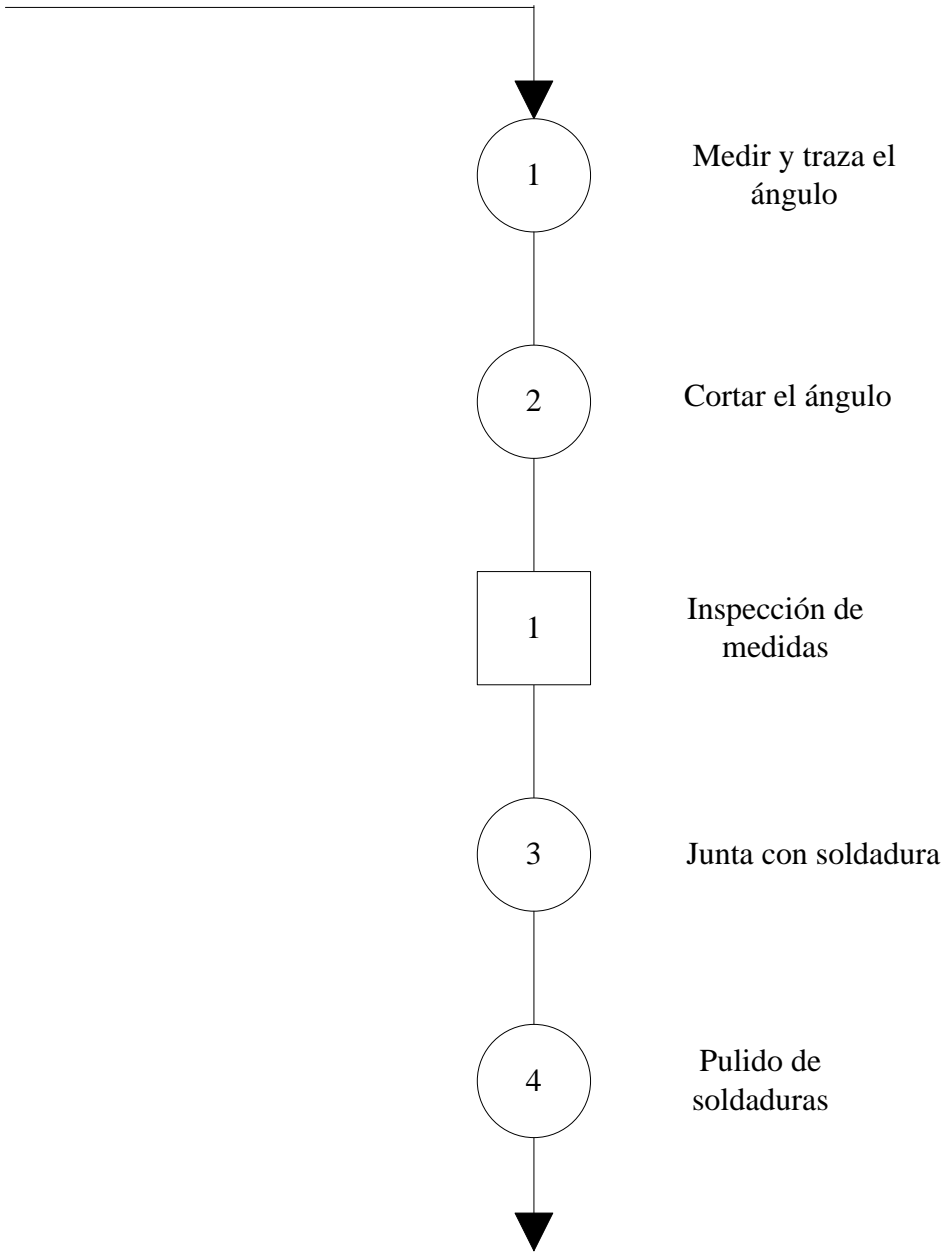
Ángulo de hierro 1"1/4 x 3/16 pulgada

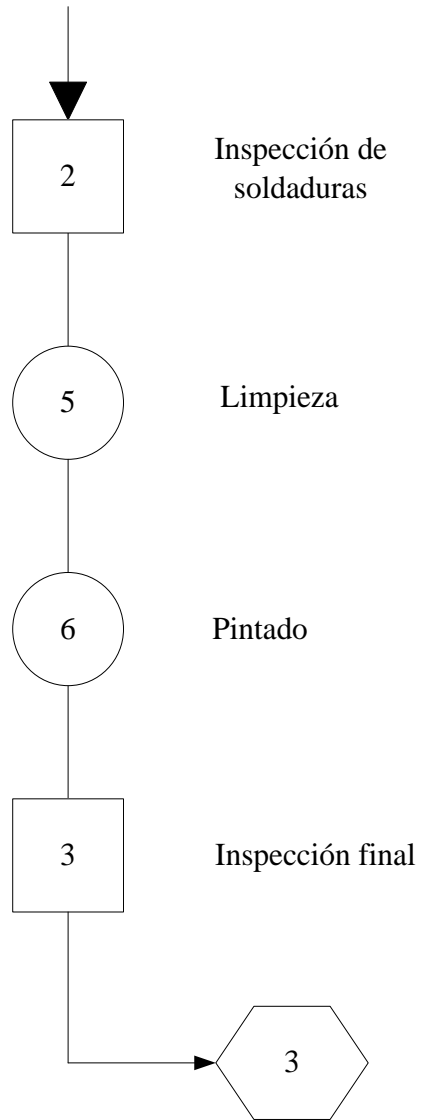




3.3.3 Diagrama de procesos de fabricación de la base del Horno para el Secado de Tambores y Accesorios Aeronáuticos.

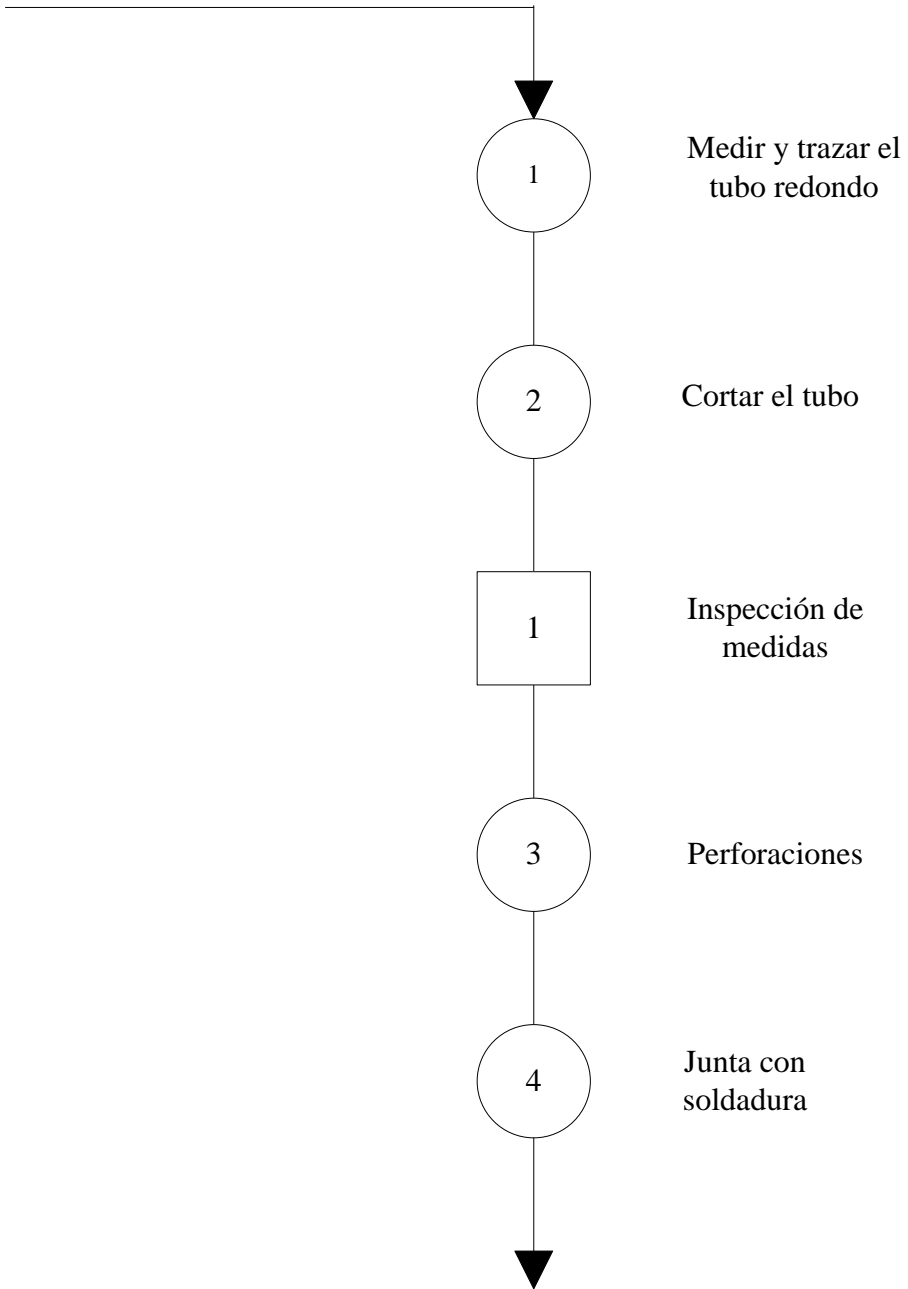
Ángulo de hierro de 1" x 3/16 pulgada

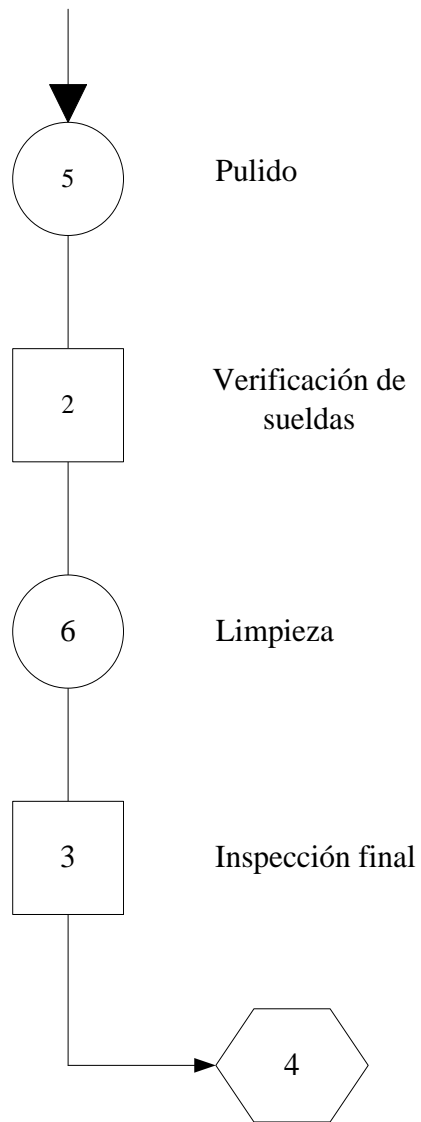




3.3.4 Diagrama de procesos de fabricación de los quemadores del Horno para el Secado de Tambores y Accesorios Aeronáuticos.

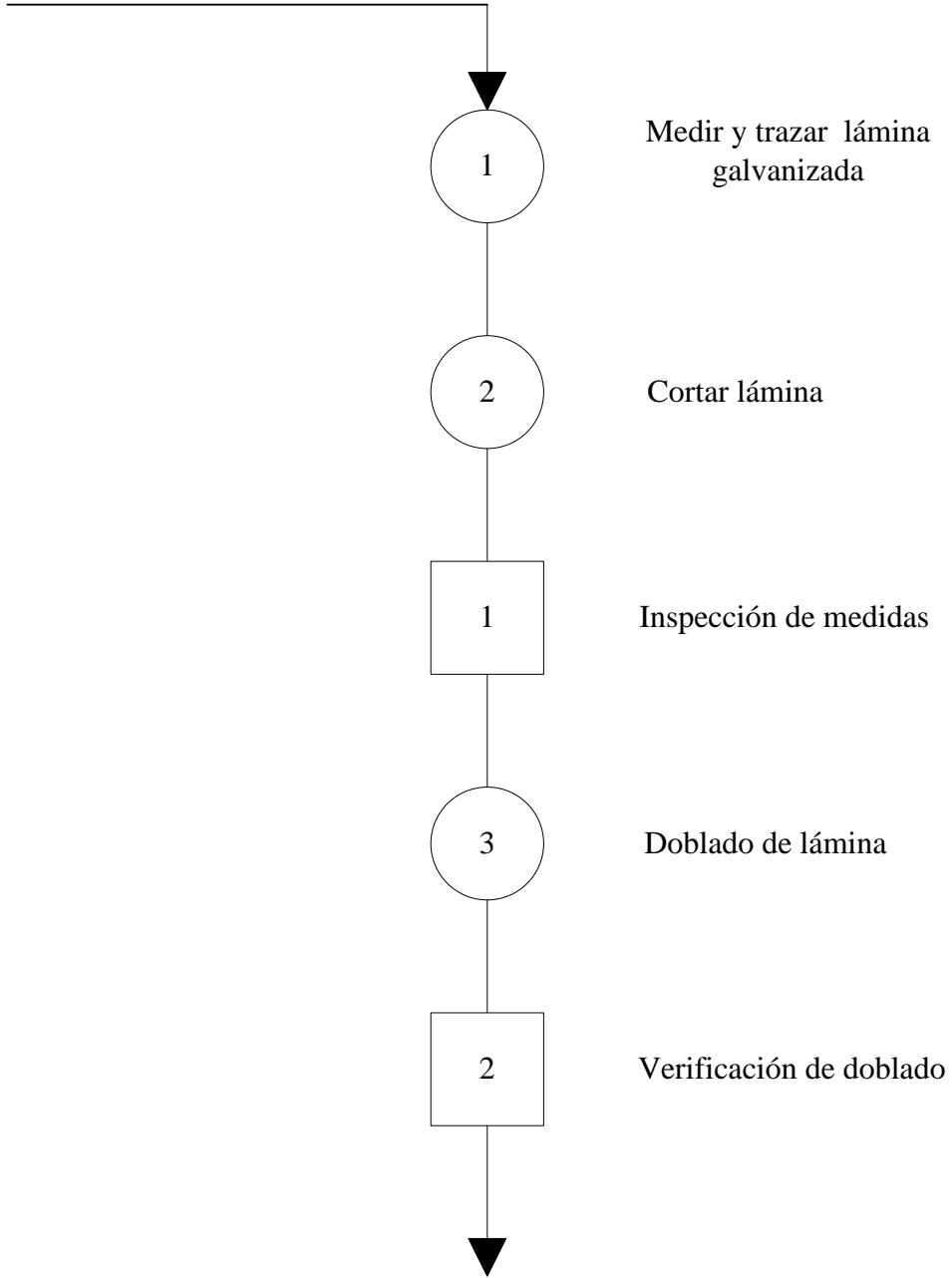
Tubo redondo negro de hierro de $\frac{3}{4}$ pulgada

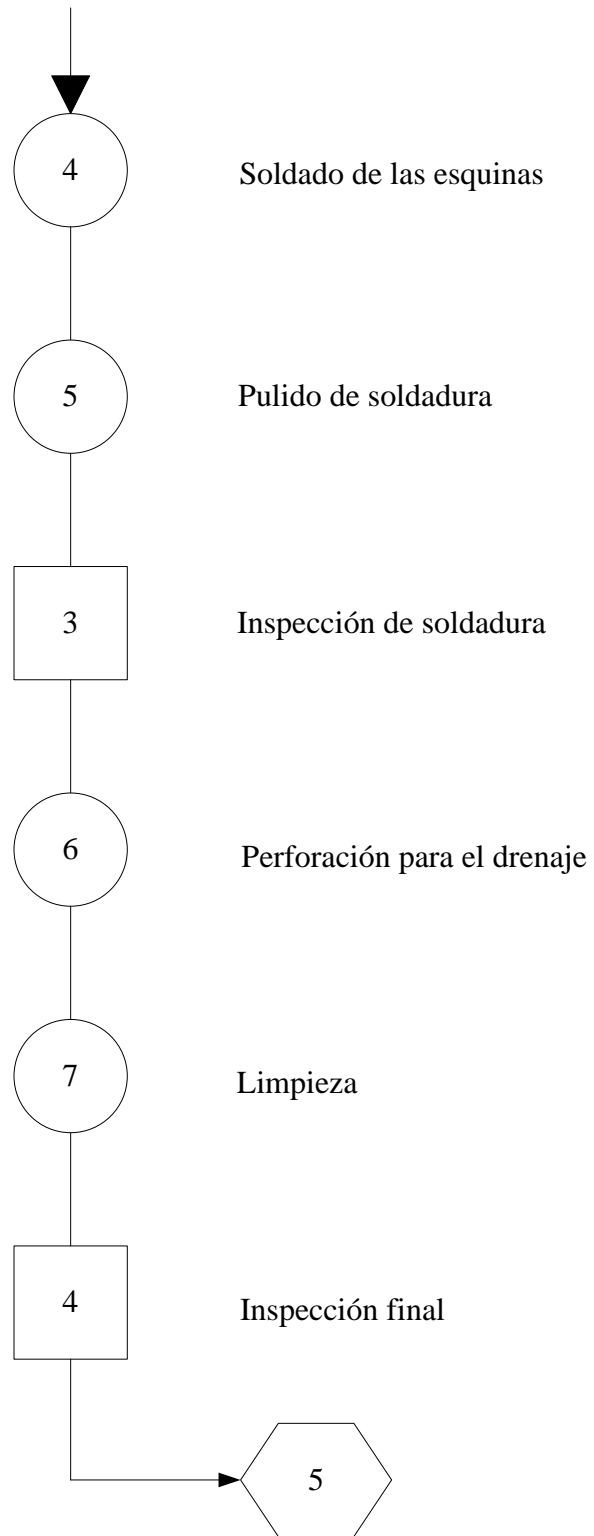




3.3.5 Diagrama de procesos de fabricación de la bandeja recolectora, de líquidos y suciedad del Horno para el Secado de Tambores y Accesorios Aeronáuticos.

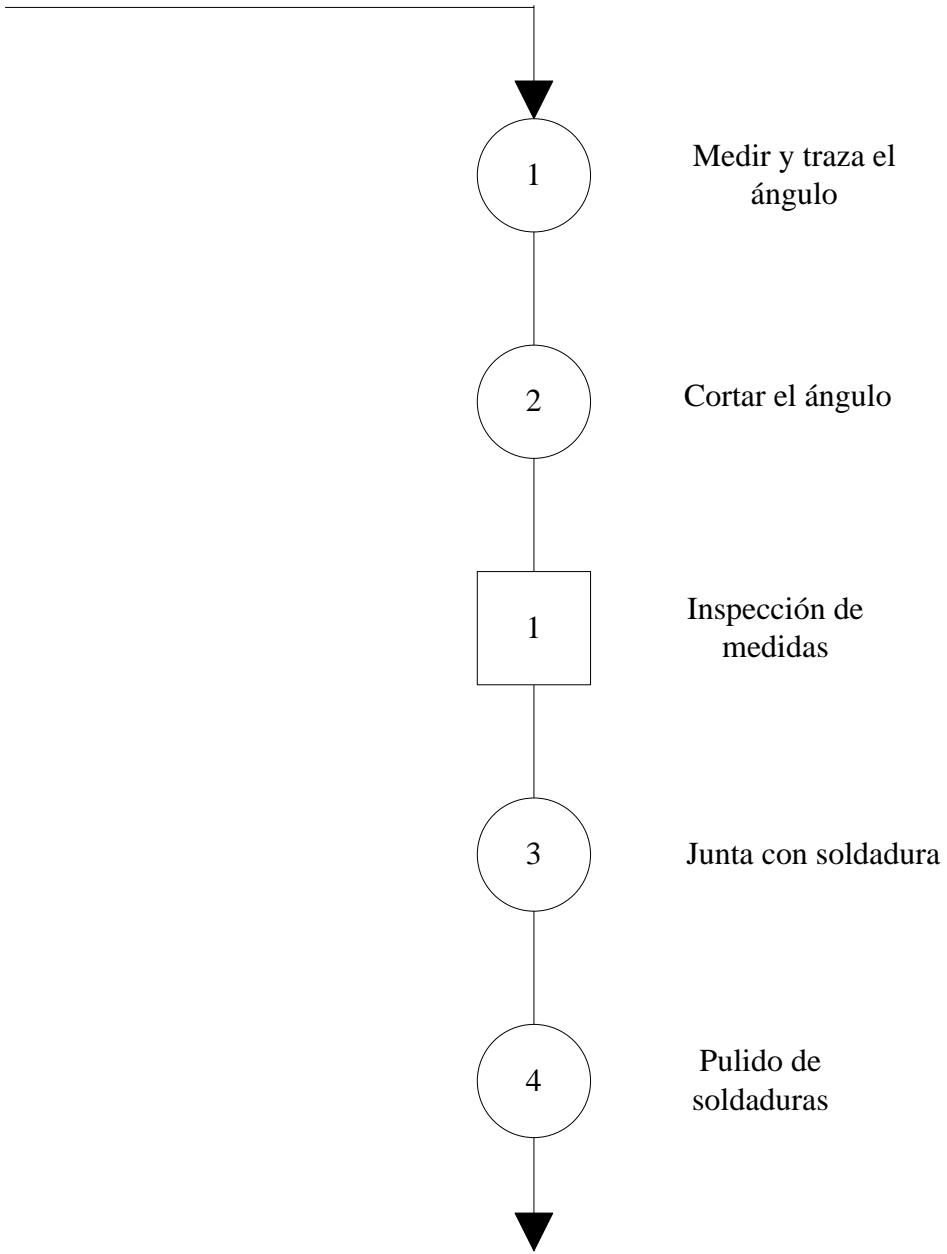
Material: Lámina galvanizada de 1/32 pulgada

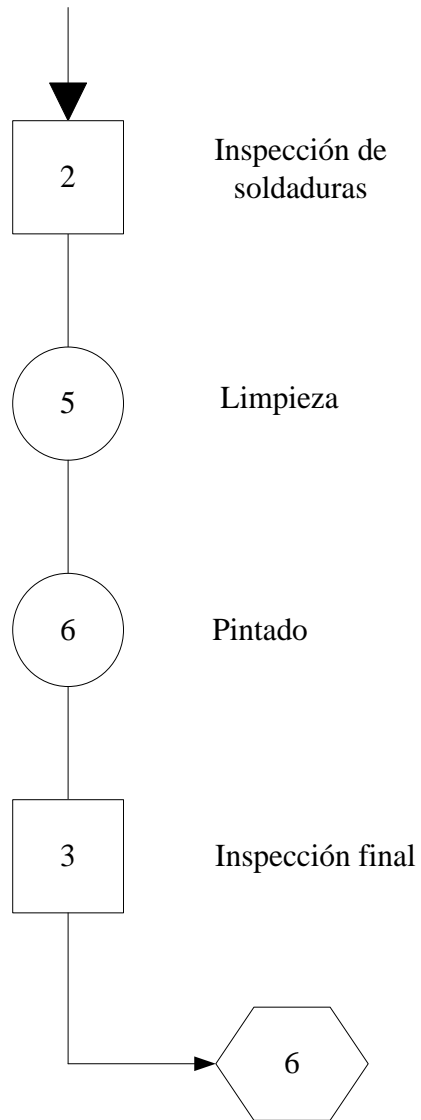




3.3.6 Diagrama de procesos de construcción de la parrilla del Horno para el Secado de Tambores y Accesorios Aeronáuticos.

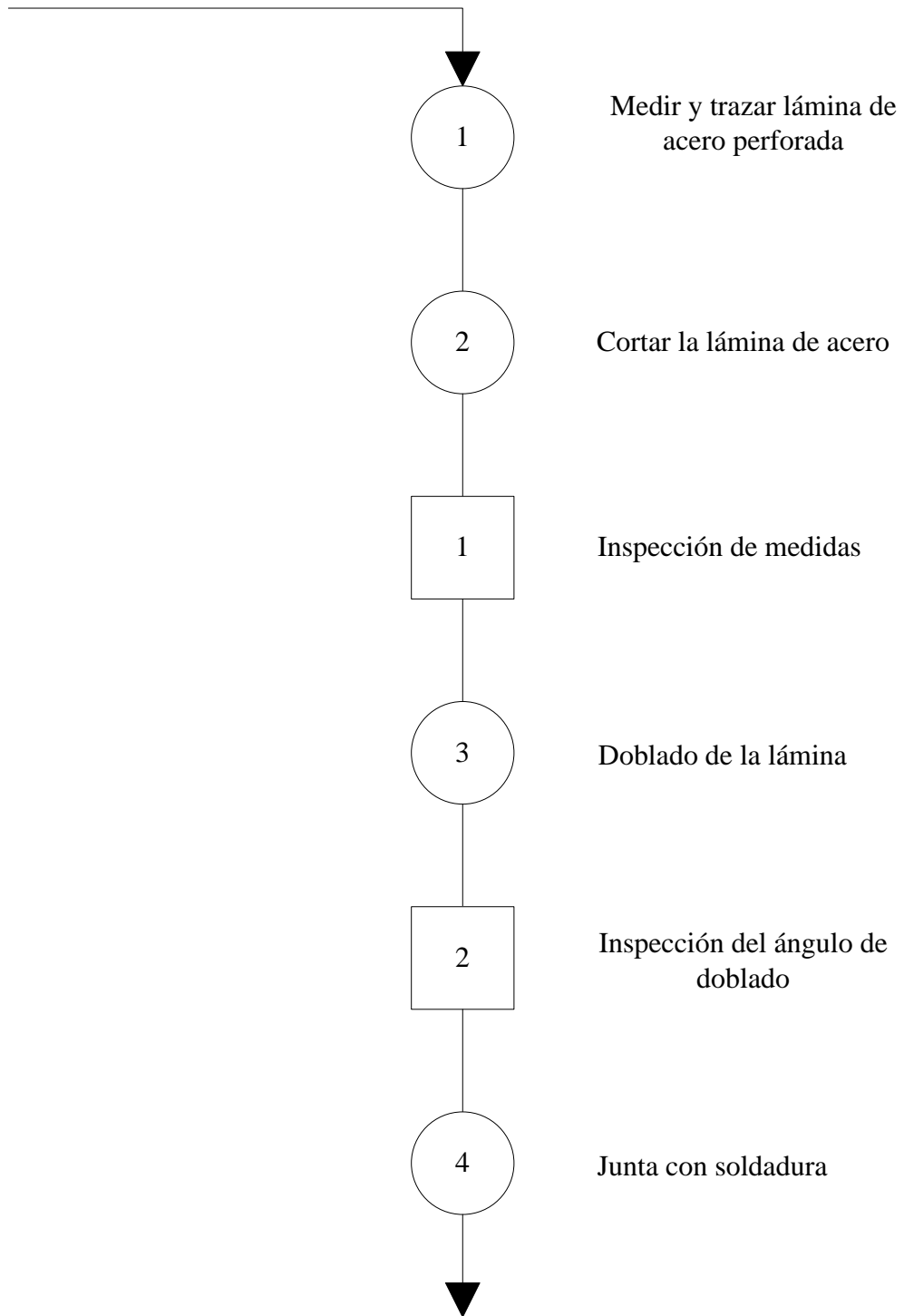
Material: Ángulo de hierro de 1 x 3/16 pulgada

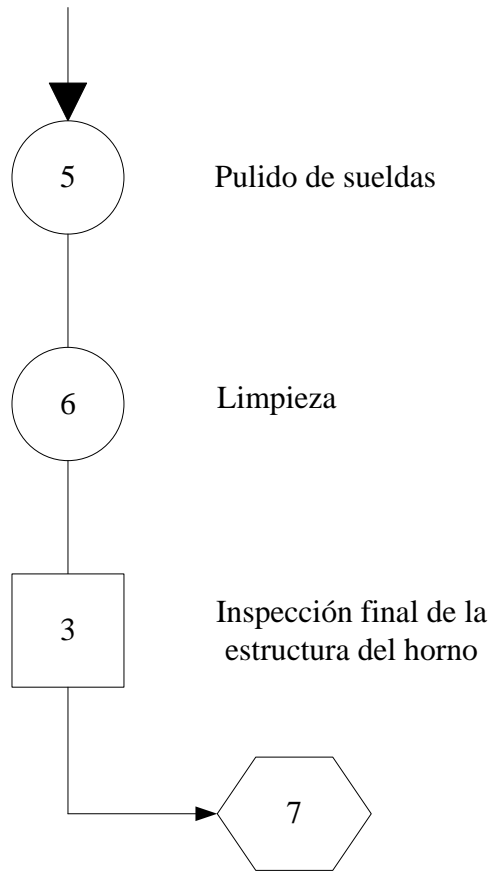




**3.3.7 Diagrama de procesos de fabricación de la malla protectora de las aletas del ventilador,
del Horno para el Secado de Tambores y Accesorios Aeronáuticos.**

Material: Lámina de acero perforada 0.7 pulgada

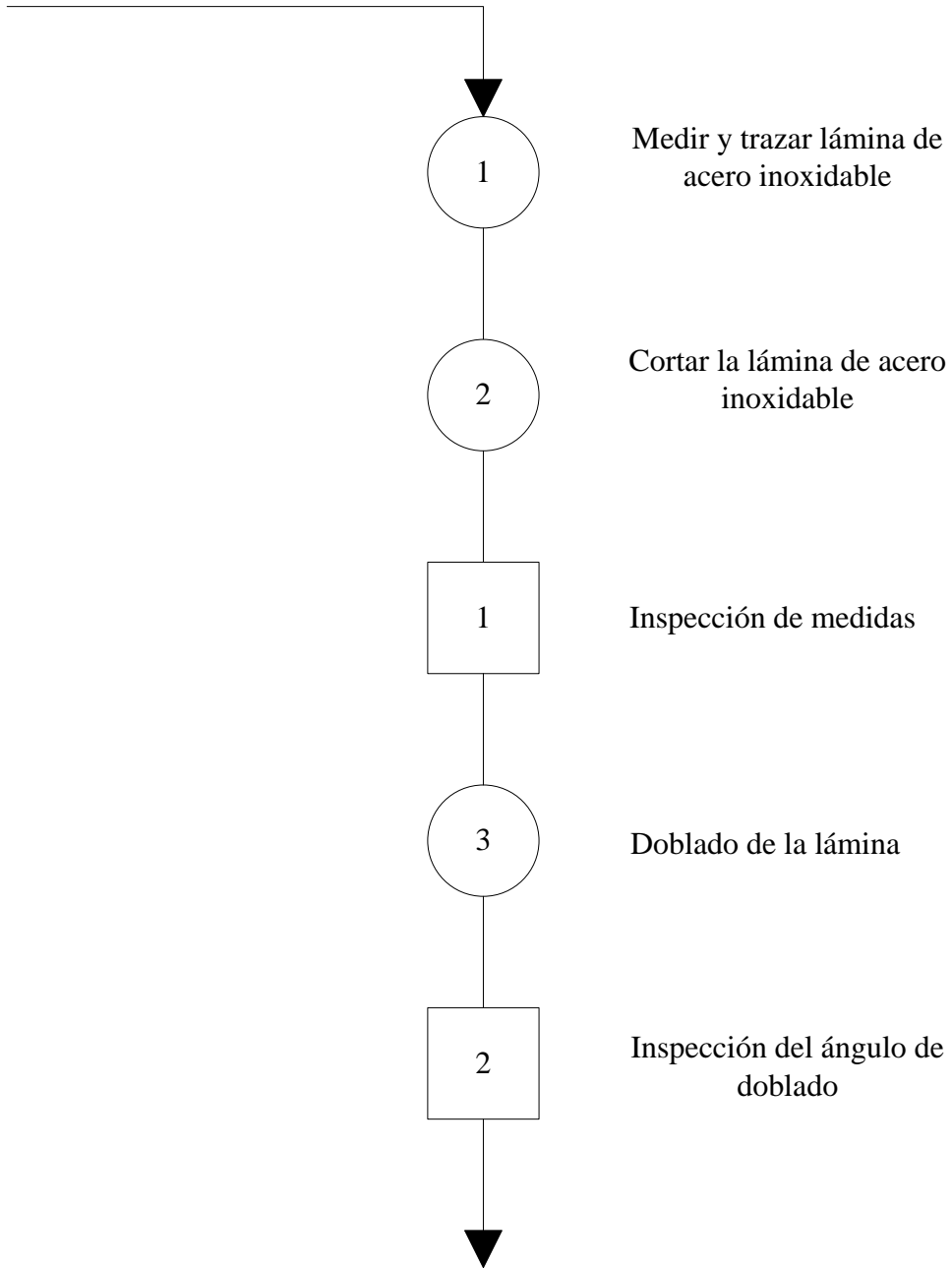


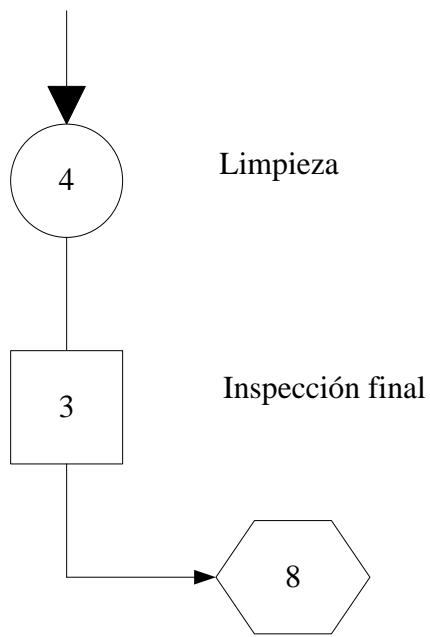


3.3.8 Diagrama de procesos de la cortina del Horno para el Secado de Tambores y Accesorios

Aeronáuticos.

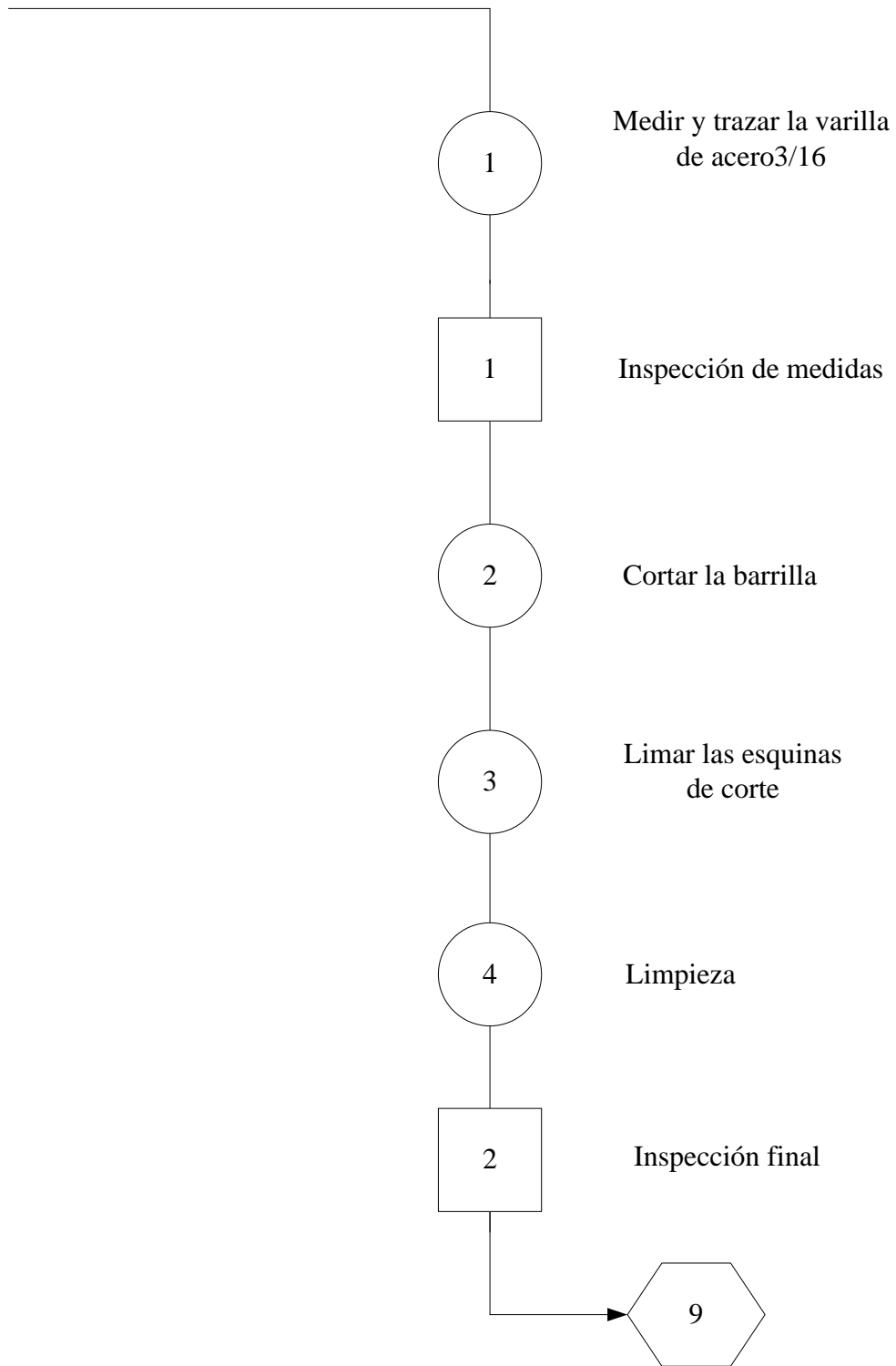
Material: Lámina de acero inoxidable 0.5



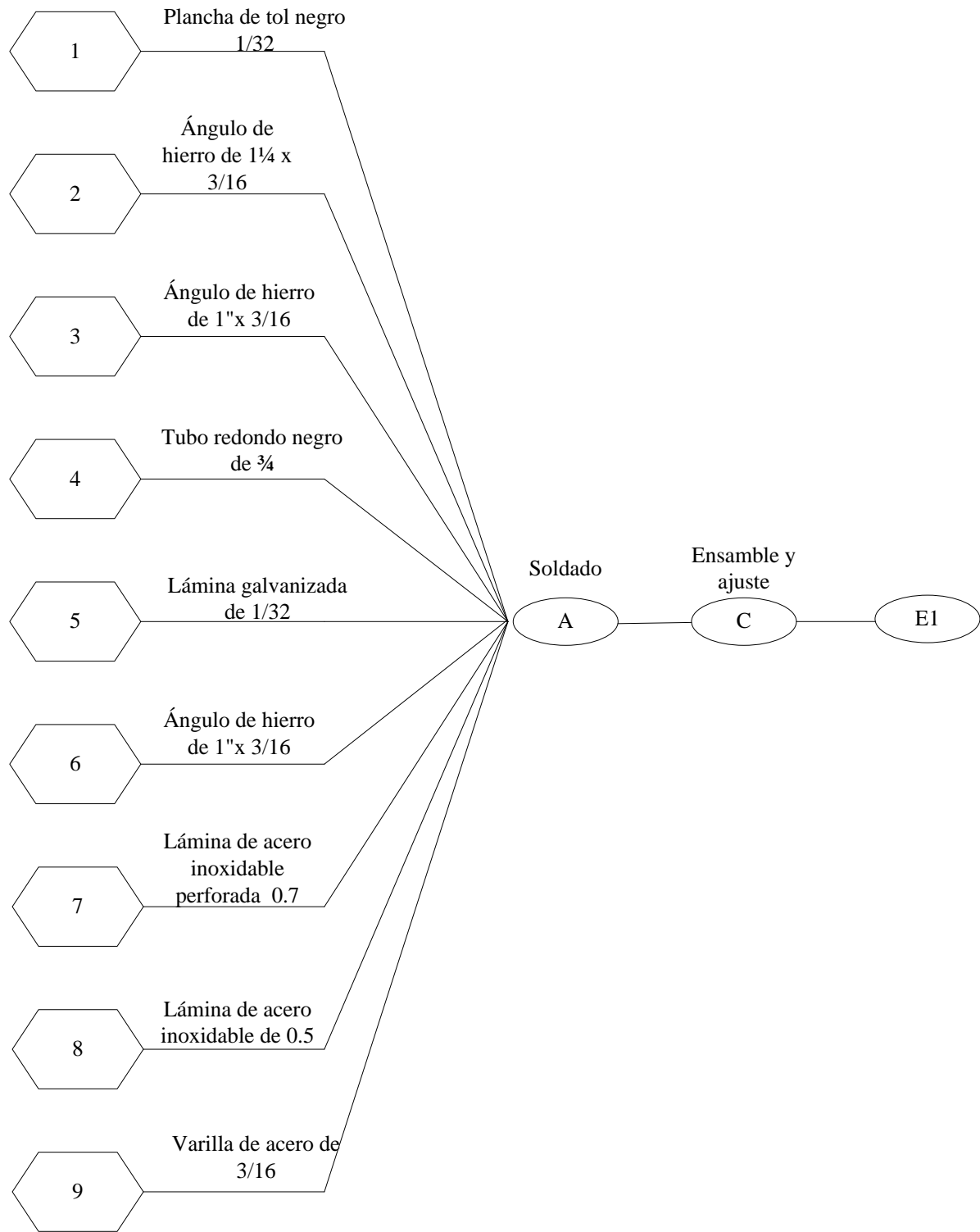


3.3.9 Diagrama de procesos del pasador de la cortina del Horno para el Secado de Tambores y Accesorios Aeronáuticos.

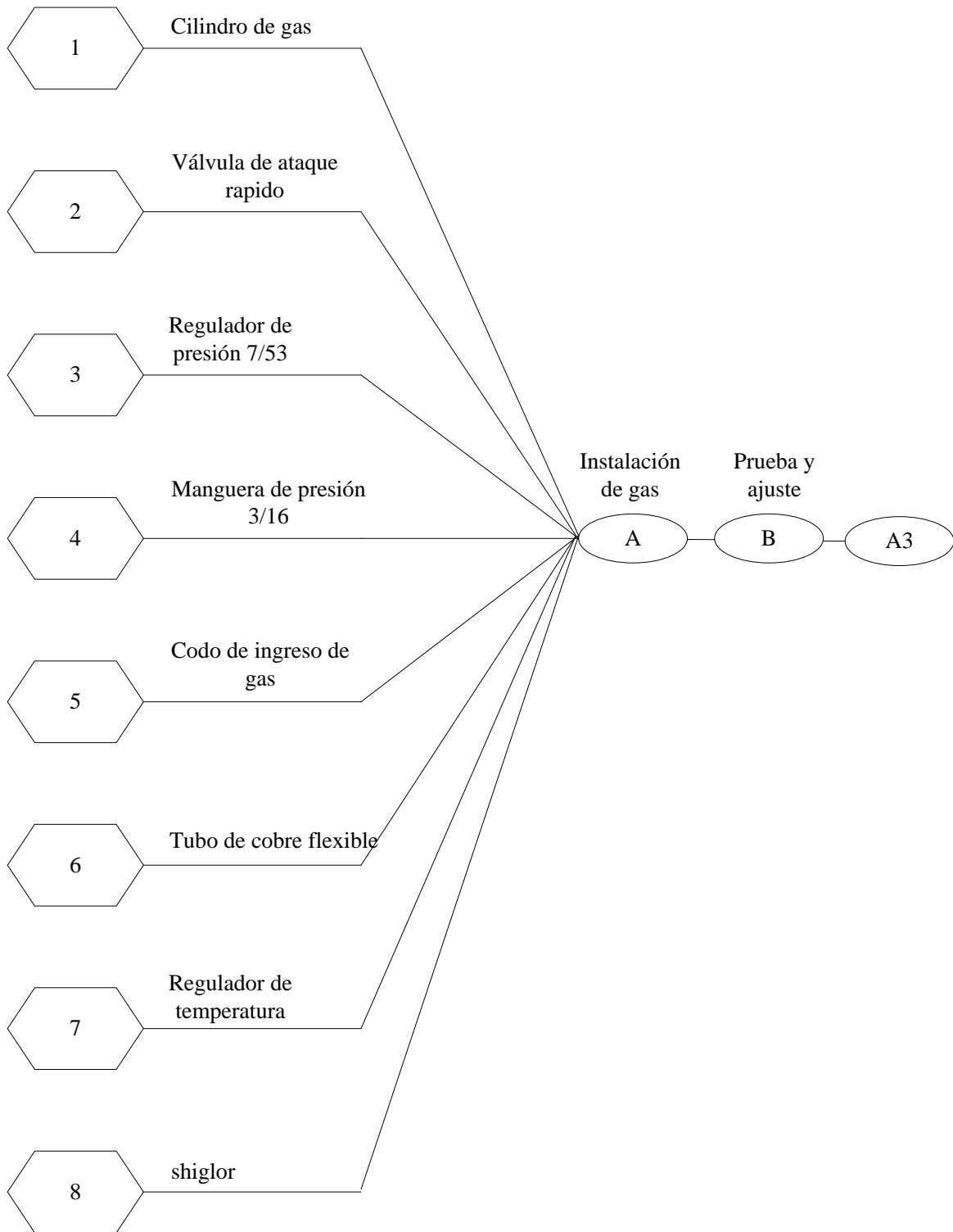
Material: varilla de acero 3/16



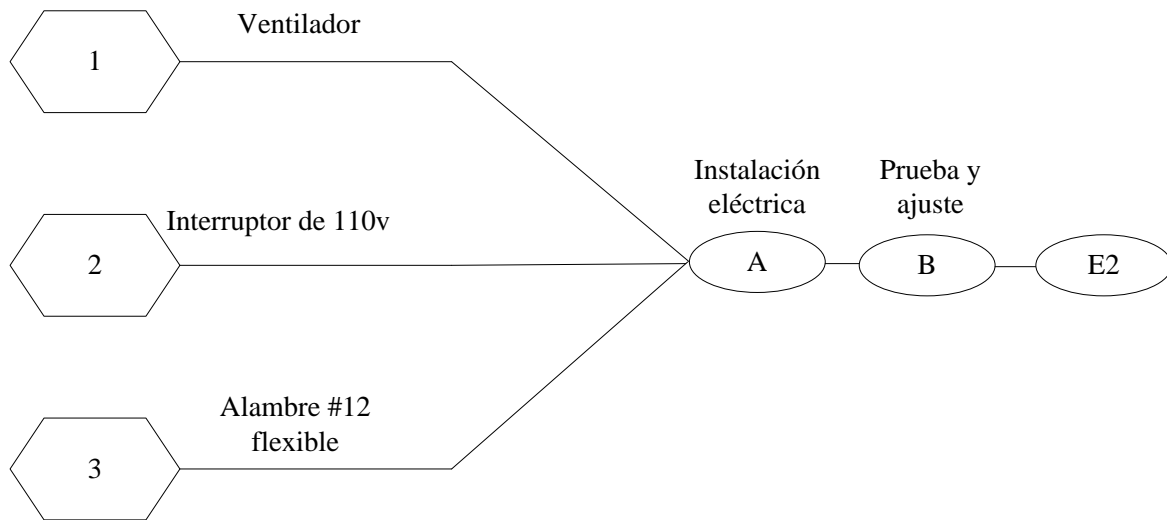
3.4 Diagrama de sub-ensamble de los componentes estructurales del horno.



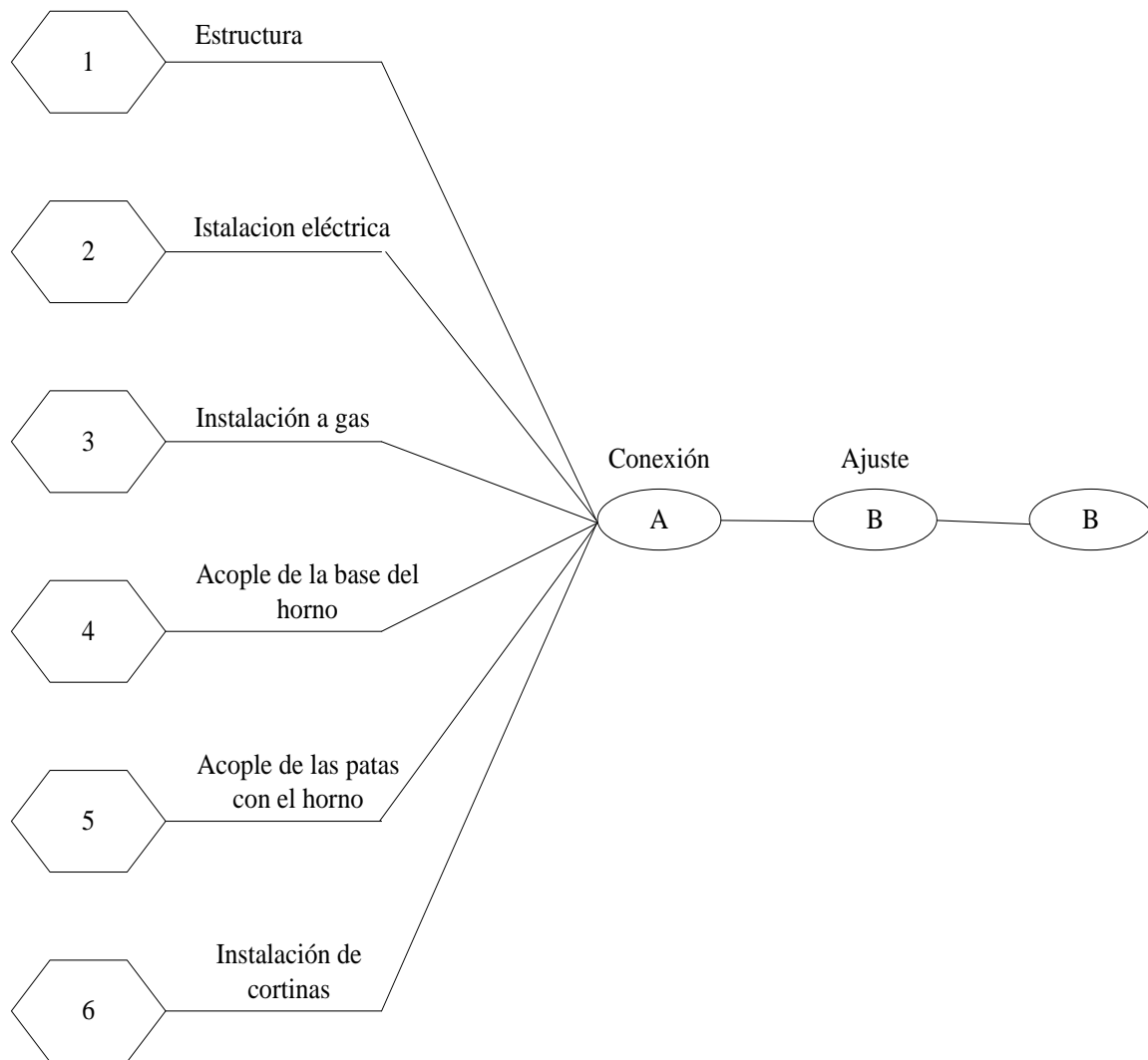
3.5 Diagrama de sub-ensamble de la instalación de gas.



3.6 Diagrama de sub-ensamble de la conexión eléctrica.



3.7 Diagrama de ensamble de los componentes estructurales, instalación de gas conexión eléctrica.



3.8 Descripción del trabajo realizado

3.8.1 Estructura

La estructura del horno está construido casi en su totalidad con lamina de tol negro, en donde la paredes laterales tienen una medida de 80cm x 90cm y un espesor de 4 ½, (ver anexo ("F")) lamina 4/4,-5 las cuales en su interior tiene un aislamiento con fibra de vidrio tipo sandwich, que ayudará a mantener el calor en el interior del mismo este tipo de aislante servirá también para evitar que el calor fluya por la paredes del horno hacia el exterior.

En las paredes laterales del horno fueron acoplados unos perfiles contruidos de lámina de tol tipo ductos (ver anexo "C" y "F") en los cual se soldaron los ángulos que permitirán que la bandeja y la parrilla se deslice en el interior del horno, los cuales también sirven para darle un abertura aproximadamente de 3 centímetros esto permite que el aire caliente fluya por esas aberturas y se distribuya en el interior de la cámara.

Para construir el techo se realizó el mismo procedimiento de construcción que en la paredes, adicional en el interior de este se colocó un perfil tipo z construido de la lamina de tol, el cual fue soldado en la parte media del techo esto ayudará que la estructura sea más fuerte y ayudara a evitar que con el calor se deforme.

Para construir la base del horno y pata se utilizó ángulo los cuales fueron cortados debidamente y unidos mediante soldadura que ayudara a mantener una estructura fuerte. Posteriormente las patas fueron forradas con lámina de tol negro (ver anexo "C") esto ayudará a evitar que el horno tenga movimientos bruscos al mismo tiempo es para darle un acabado más presentable a las patas, (ver anexo C) en el cual encontraremos el proceso de construcción del horno.

Para el proceso de construcción de la bandeja recolectora del horno se procede a medir y trazar la lamina te tol negro, posterior mente se realiza los debidos cortes y el dobles de cada una de las esquinas, y cada una de las medidas de la bandeja lo encontramos en el (anexo, F) lamina 4/4, -27

La construcción de la parrilla del horno se realizó con ángulo de hierro el cual fue medido, trazado y cortado de acuerdo a los planos ver anexo ("F") posteriormente se procedió a verificar las medidas, seguidamente se realizó la unión de cada uno de los ángulos cortados anteriormente mediante soldadura

3.8.2 Instalación del sistema de gas y quemador

Antes de proceder a instalar el quemador, se realizó la instalación de gas con tubo negro el mismo fue cortado debidamente de acuerdo a la necesidad de la instalación en los cuales se realizó rosca en los extremos para luego proceder a unir con codos, posteriormente en dicha instalación se acoplaron tanto el regulador de presión y el termostato o regulador de temperatura, el cual fue acoplado al lado derecho de la estructura del horno.

Seguidamente se procedió a realizar la instalación de gas con tubería de cobre hacia el interior del horno, el cual abastece tanto al quemador como al piloto del mismo, (ver anexo "C"), esto se realizó conectando la tubería de cobre con una salida de gas que contiene el termostato, al extremo de esta tubería se acopla en shiglor este servirá para dar presión al quemador, seguidamente se procede instalar el piloto del quemador que se alimenta desde una salida que contiene el termostato.

Posteriormente se procede a la instalación del quemador en la parte baja del horno en forma horizontal el mismo se alimenta con la tubería de cobre que se explicó en el párrafo anterior, (ver anexo "C").

3.8.3 Instalación del ventilador y conexiones eléctricas

Para realizar la instalación del ventilador se perforo en la pared posterior del horno para permitir que el ventilador pueda ingresar al interior, y para sujetar el ventilador se realizo unas bases tipo z construido de lamina de acero inoxidable 0.7, el cual un extremo se une al ventilador y el otro se sujeta a la estructura del horno sujeta mediante tornillos, (ver anexo C).

Para la instalación eléctrica se realizó un empalme con los cables del ventilador tanto de fase y neutro con otros cables, esto permitió que se conecte con el interruptor, seguidamente desde el mismo interruptor salen dos cables los cuales están acoplados al enchufe que se conectará a la planta de energía (ver anexo C).

3.8.4 Verificado

En este paso se procede a la comprobación de la construcción del horno y otros aspectos como instalación de gas, conexiones eléctricas y pintado esto se lo realizo para asegurar que el horno se encuentre en condiciones de operación y la cual se detallara más adelante todos los pasos de comprobación seguidos en el horno.

3.8.5 Pintado

Luego de haber realizado la comprobación se procede a pintar el horno, el cual se procedió primero a lijar la corrosión existente, posteriormente se aplicó desoxidante en toda la estructura esto nos ayuda a eliminar la corrosión que no se removió con la lija, luego se realizó un lavado con abundante agua esto permitió remover el desoxidante aplicado anteriormente, luego se lo dejó secar al medio ambiente, posteriormente se aplico tñer en toda la estructura a pintar esto permite remover el desoxidante que no se removió durante el lavado con agua.

Luego de haber realizado estos pasos se procede a pintar la estructura, el primer pintado se lo realizó con fondo color gris, el cual aplicó dos manos de fondo con intervalo de de 1 hora entre cada mano, este ayuda a dar mayor protección a la estructura de la corrosión.

Posterior mente se procede a pintar con esmalte color aluminio, para su aplicación se utilizo soplete y se aplicó dos manos de esmalte con intervalo de dos horas. El esmalte nos brinda un recubrimiento protector decorativo con excepcionales características de brillo y flexibilidad (ver anexo C).

3.8.6 Acabado

En esta parte se realizó los últimos acabados del horno como corrigiendo fallas de pintura, revisar que todos los componentes del horno se encuentre correctamente instalados y sus sistemas tanto de gas y eléctrico funcionen adecuadamente.

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL HORNO

4.1 Descripción del horno construido

El Horno para el Secado de Tambores y Accesorios Aeronáuticos consta de una cámara de Metal para mantener el calor, también están contruidos a partir de una fuerte estructura de ángulo y un forro de metal de tal manera que soporte la cámara y para mantener una altura adecuada, una instalación a gas en el interior del horno, y reguladores tanto de presión y temperatura.

La mayoría de componentes y accesorios se encuentran en el interior de la estructura del horno tal como, quemadores de gas, regulador de temperatura, regulador de llama, regulador de entrada de aire a los quemadores, shiglor, cámaras para la distribución de temperatura, colector de líquidos, suciedad y otros componentes que puedan impedir el funcionamiento del horno.

Además consta de una instalación eléctrica para el ventilador el cual distribuirá el calor el cual mantendrá una temperatura homogénea en el interior, y al mismo tiempo servirá como un sistema de ventilación.

El horno consta de una instalación externa de gas el cual distribuye al interior del mismo esta instalación consta de un tanque de gas el cual abastece al sistema, en el cilindro se instala una válvula de ataque rápido o válvula de seguridad, regulador de presión, una válvula distribuidora, manguera flexible de alta presión para la distribución de gas.

4.1.1 Descripción del funcionamiento

El funcionamiento del horno para el secado es operado manualmente por medio de una perilla que se gira en sentido anti horario hasta el punto mayor y por medio de un chispero o llama se logra el encendido del quemador, se acciona el regulador de temperatura o termostato

automáticamente ya que este regulador esta acoplado a la perilla el cual realiza un trabajo conjunto, este termostato consta de un bulbo el cual en su interior contiene un liquido que se inflama con las altas temperatura el mismo expande al bulbo permitiendo que este empuje una varilla el cual se encuentra acoplado a él, este movimiento conjunto permite que se desconecte un interruptor que se encuentra en el interior del termostato, al desconectarse el interruptor permite que se apague el quemador del horno cuando ha llegado a la temperatura seleccionada, y se vuelve a encender cuando la temperatura en el interior comienza a disminuir esto ocurre gracias al bulbo el cual es un sensor de temperatura .

El gas será enviado desde el cilindro de abastecimiento mediante la válvula de ataque rápido la cual llevará al regulador para calibrar la presión de entrada hacia el termostato y luego hacia el shiglor, posteriormente será enviado mediante una tubería flexible de cobre hacia los quemadores para proceder a quemar el gas.

Esta instalación de gas consta de un piloto que se encuentra encendido mientras el horno se encuentra en funcionamiento, este piloto permite que el quemador se encienda cuando este se ha apagado durante el proceso de secado.

El horno contiene un ventilador el cual servirá como un extractor de gases del interior del horno, el cual es encendido o apagado mediante un interruptor que tiene una luz que se enciende mientras el ventilador está en funcionamiento, además se debe tener en cuenta que para su funcionamiento requiere de una fuente de electricidad, conductores flexible (cables), reunidos todos estos elementos y complementando con una correcta instalación se procede a encender el

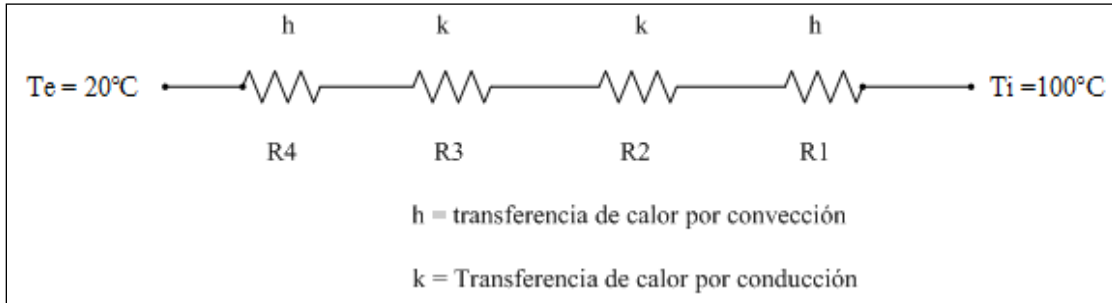
ventilador sin olvidar seguir el manual técnico y cumpliendo con las normas de seguridad, (ver anexo “C”).

El manual del horno contiene información de instalación, operación, mantenimiento, y otros formularios que pueden ayudar al técnico a conocer los aspectos necesarios que se deben conocer del horno y lo podemos encontrar en el (anexo “A”).

4.2 Requerimientos técnicos

- Para su funcionamiento de sistema necesita un tanque de gas para su alimentación.
- Se requiere de un sistema eléctrico de 110v, para el funcionamiento del ventilador.
- No obstruyas las rejillas de ventilación (que son obligatorias) ni las aperturas que permiten la salida de los gases quemados colocando objetos delante o tapándolos.
- Evita que se apague la llama durante el proceso de secado.
- Recuerda que las instalaciones de gas (o su modificación) sólo pueden ser realizadas por instaladores autorizados de gas.
- Recuerde que el tanque de gas se debe encontrar a una distancia mínima de 3 metros del horno.
- Antes de instalar, operar, o reparar el horno revisar los manuales técnicos establecidos por el fabricante.

4.3 Cálculos del Horno para el Secado de Tambores y Accesorios Aeronáutico



En donde:

Convección debida al aire exterior, $h = 15 \text{ w/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

Convección debida al aire interior, $h = 7,5 \text{ w/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

Conductividad térmica de la fibra de vidrio es $k = 0.038 \text{ w/m} \cdot ^\circ\text{C}$

Conductividad térmica de la lámina de tol es $k = 103.8 \text{ w/m} \cdot ^\circ\text{C}$

$$R1 = 1 / hA = 1 / (7,5 \text{ w/ m}^2\text{C} \times 0.68 \text{ m}^2) = 0.19 \text{ } ^\circ\text{C/w}$$

$$R2 = \Delta x / kA = 7.973 \times 10^{-4} \text{ m} / (103.84 \text{ w/ m}^\circ\text{C} \times 0.68 \text{ m}^2) = 1.123 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C/w}$$

$$R3 = \Delta x / kA = 0.045 \text{ m} / (0.038 \text{ w/ m}^\circ\text{C} \times 0.68 \text{ m}^2) = 1.74 \text{ } ^\circ\text{C/w}$$

$$R4 = 1 / hA = 1 / (15 \text{ w/ m}^2\text{C} \times 0.68 \text{ m}^2) = 0.098 \text{ } ^\circ\text{C/w}$$

Resistencia total

$$RT = (0.19 + 1.123 \times 10^{-5} + 1.74 + 0.098) \text{ } ^\circ\text{C/w}$$

$$RT = 1.83 \text{ } ^\circ\text{C/w}$$

Cálculo de Flujo de calor

Q = flujo de calor

ΔT = variación de temperatura

Ti = Temperatura del interior

Te = Temperatura del exterior

$$Q = \Delta T / RT$$

CIV

$$Q = T_i - T_e / \Sigma RT$$

$$Q = (100 - 20) ^\circ\text{C} / 1.479^\circ\text{C}/\text{w}$$

$$Q = 43.71 \text{ w}$$

4.4 Cálculo del aire necesario para la combustión

Para calcular la cantidad teórica de aire necesario para la combustión m_{at} , hay que conocer las proporciones de carbono x_c , hidrógeno x_{H_2} , oxígeno x_{O_2} y azufre x_s presentes en el combustible, (ver anexo “D”) y la masa específica del aire pa , de acuerdo con la ecuación:

$$m_{at} = \frac{1,37931}{pa} \cdot \left(\frac{x_c}{12} + \frac{x_{H_2}}{4} + \frac{x_s}{32} - \frac{x_{O_2}}{32} \right)$$

En donde la masa específica del aire (pa) es 1.198 kg/m³

$$m_{at} = \frac{1,37931}{1,198} \cdot \left(\frac{84}{12} + \frac{11}{4} + \frac{2}{32} \right)$$

$$m_{at} = 11,55 \text{ m}^3/\text{kg}$$

4.5 Pruebas de funcionamiento

Una vez realizada la construcción de la estructura y el acoplamiento del sistema eléctrico, sistema de alimentación de gas y los demás componentes, se procede a verificar el funcionamiento o fallas del horno para el secado.

Tabla 4.1 Verificación del funcionamiento del horno para el secado.

SISTEMA	DETALLE	NÚMEROS DE PRUEBAS				GLOBAL
		Prueba #1	Prueba #2	Prueba #3	Prueba #4	
	Permite paso de gas requerido.	X	✓			✓

SISTEMA DE INTALACION DE GAS	Regulador funciona adecuadamente.	√				√
	Quemador quema adecuadamente el combustible.	x	x	x	√	√
SISTEMA ELÉCTRICO	Enciende la luz piloto.	x	√			√
	Enciende el ventilador.	x	√			√
ESTRUCTURA	Soporta carga de los tambores.	√				√
	Resiste a temperaturas de 100 °C.	√				√
En donde:						

X: Prueba no superada.

√: Prueba superada.

Con respecto al funcionamiento global del sistema eléctrico, sistema de instalación de gas y estructura, se dice que el horno para el secado de tambores y accesorios aeronáuticos se encuentra en buenas condiciones y funciona adecuadamente, y en el (anexo "E") podemos encontrar un oficio emitido por el CEMA en el cual nos indica que el horno cumple con todos los parámetros establecidos de funcionamiento y operación.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Mediante la recopilación de información, y el trabajo desarrollado se ha pretendido mostrar los criterios y aspectos que se deben considerar a la hora de construir un horno de secado, y en particular alimentado con gas licuado y cumpliendo con los requerimientos establecidos.
- El horno construido sobre la base de pruebas realizadas cumple con el objetivo del proyecto y se encuentra en óptimas condiciones para su funcionamiento.
- Mediante la información técnica que contiene el manual del horno lo hace manejable para el técnico que labora dentro del laboratorio de NDI.

5.2 Recomendaciones

- El área en la cual va a operar el horno debe tener una correcta ventilación para garantizar la seguridad del personal y el área de trabajo en la cual laborando.

- Previo instalación, operación o mantenimiento del horno se debe leer el manual para mayor seguridad.

- Cumplir con el mantenimiento que se indica en el manual.

- Cumpla con un correcto monitoreo de funcionamiento del horno, esto le permite detectar presencia de problemas o posibles averías que podría ser controlado.

- El tiempo para el secado de los tambores y accesorios aeronáuticos deberá ser establecido por los técnicos que trabajan en el laboratorio de NDI.

BIBLIOGRAFÍA

- ORDOÑEZ Stella, Técnicas Experimentales en Metalurgia (Área Ingeniería de Materiales), Universidad Santiago de Chile.

- ÁLVAREZ Luis F. (2002). Causas de fallas en equipos estáticos; Chile

- VANCE Morey, R. (1987). Processing and combustión of corn cobs to dry corno
Transactions of the ASAE, 30 (5): 14661472. U.S.A.

- GINER, S.A. (1990). Modelo matemático aplicable a diseño de secadoras. Jornada sobre
diseño y optimización de secadoras de granos. APOSGRAN.

- CARNICERO ROYO E. (1994). Ventilación industrial. Segunda edición. Madrid España.
Editorial Paraninfo.

- [http/www.yahoo.com](http://www.yahoo.com)

- [http/ www.revista- mm.com](http://www.revista-mm.com)

➤ [http/ www.fagorindustrial.com](http://www.fagorindustrial.com)

➤ [http/ www.middleby.com](http://www.middleby.com)