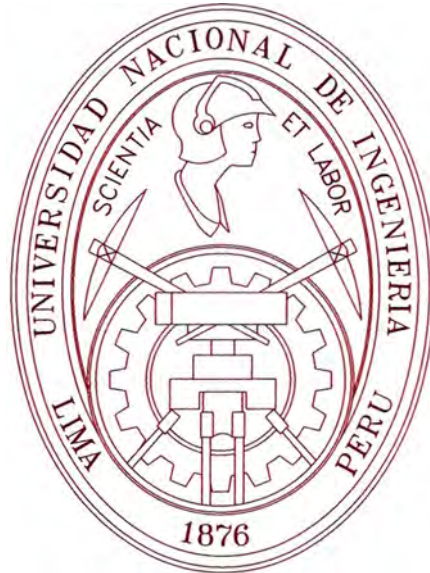


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“MANTENIMIENTO CORRECTIVO, MONTAJE Y PUESTA  
EN MARCHA DE UN HORNO ELECTRICO PARA  
TRATAMIENTO TERMICO CON CAPACIDAD  
DE 1.5 TON/DIA”**

**INFORME DE INGENIERÍA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO MECÁNICO**

**MARIO ENRIQUE BONILLA ANDRADE**

**PROMOCION 1993-I**

**LIMA-PERU**

**2003**

*A mi Amada esposa Janet, a mis Adorados hijos  
Jesús, Ricardo y Andrés, y a mis Queridos  
Padres Augusto y Laura, y sobrino  
Oswaldo por el apoyo que siempre  
me brindaron para superarme  
y ser mejor.*

## ***AGRADECIMIENTO***

La realización de este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo de muchas personas que colaboraron con la edición del presente trabajo, quiero destacar en este sentido al Sr. Luis Solsol Delgado, por el apoyo importante que significo para mí, también a la compañía Modepsa por las facilidades que me brindo, al Ing Fortunato Alva Dávila por las sugerencias y correcciones para la mejora del presente tema, a mi esposa, hijos, y padres, que me apoyaron en todo sentido, y para todos los que de alguna forma u otra tuvieron que ver con el desarrollo del presente tema, para todos ellos mi mas sincero agradecimiento.

# INDICE

	Pág.
PROLOGO	01
CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN	03
1.1 GENERALIDADES	03
1.2 ALCANCE SOBRE LA EMPRESA	03
1.3 OBJETIVO	05
1.4 ADQUISICION DEL EQUIPO	06
CAPITULO 2: FUNDAMENTO TEORICO	08
2.1 GENERALIDADES	08
2.2 TRATAMIENTOS TERMICOS	08
2.2.1 Recocido	10
2.2.2 Normalizado	11
2.2.3 Temple	12
2.2.4 Revenido	13
2.3 HORNOS	14
2.3.1 Tipos de hornos	14
2.3.2 Hornos Eléctricos	15
2.4 MEDIOS DE TEMPLE	17
2.5 ATMÓSFERAS CONTROLADAS	21

CAPITULO 3: DESCRIPCIÓN Y ESTUDIO DEL EQUIPO	23
3.1 GENERALIDADES	23
3.2 CARACTERISTICAS PRINCIPALES	24
3.3 HORNOS	25
3.3.1 Tolva o ducto de descarga	26
3.4 TUBOS RADIANTES	28
3.4.1 Resistencias	30
3.4.2 Aisladores Cerámicos	32
3.5 SOLERA	33
3.6 MECANISMO DE VIBRACION	35
3.7 TANQUE DE TEMPLE	37
3.7.1 Serpentín de enfriamiento	39
3.7.2 Sistema de Recirculación	40
3.8 FAJA TRANSPORTADORA	41
CAPITULO 4: MODIFICACIONES Y FABRICACIONES	44
4.1 GENERALIDADES	44
4.2 REPARACION DEL HOGAR	44
4.2.1 Reparación de la tapa posterior	45
4.2.2 Reparación de la pared del hogar	47
4.3 VARIACION DEL DUCTO DE DESCARGA	49
4.4 TUBOS RADIANTES	52
4.4.1 Resistencias	53
4.4.2 Aisladores Cerámicos	55
4.5 PROCESO DE SOLDADURA DE SOLERA	56
4.6 MECANISMO DE VIBRACIÓN	57
4.7 TANQUE DE TEMPLE	59

4.7.1	Válvula de evacuación	59
4.7.2	Sello de la Compuerta	60
4.8	TORRE DE ENFRIAMIENTO	61
4.9	RADIADOR DE ENFRIAMIENTO	63
4.10	TERMOCUPLAS	65
4.10.1	Cañas o vainas de protección	67
4.10.2	Aisladores separadores del termopar	68
4.10.3	Cabezal de conexión	69
4.10.4	Cables compensados	70
4.11	FUNDACIONES PARA EL TANQUE DE TEMPLE	72
4.12	CONTROL DE LA ATMOSFERA	72
CAPITULO 5: MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA		74
5.1	GENERALIDADES	74
5.2	TANQUE DE TEMPLE	74
5.2.1	Serpentín de enfriamiento	75
5.3	FAJA TRANSPORTADORA	75
5.4	HORNO	76
5.5	SISTEMA DE TUBERIAS	77
5.6	TERMOCUPLAS	77
5.7	MECANISMO DE VIBRACION	79
5.8	MEDIO DE TEMPLE	80
5.9	PANEL DE CONTROL	82
5.10	PUESTA EN MARCHA	85
5.10.1	Parada	87
5.11	PERIODO DE SECADO	87
5.12	CARGA Y DESCARGA	87

CAPITULO 6: MANTENIMIENTO	89
6.1 GENERALIDADES	89
6.2 MANTENIMIENTO RUTINARIO	90
6.2.1 Mecanismo de vibración	90
6.2.2 Faja transportadora	91
6.2.3 Torre de enfriamiento y medio de temple	91
6.3 MANTENIMIENTO GLOBAL PROGRAMADO	92
6.3.1 Termopares	93
6.3.2 Panel de control y regulación	93
6.3.3 Resistencias	94
6.3.4 Tubos radiantes	94
6.3.5 Horno	96
6.3.6 Solera	96
6.3.7 Tanque de temple	97
6.4 PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO	97
CAPITULO 7: EVALUACION DE COSTOS	99
7.1 GENERALIDADES	99
7.2 REPORTE DE COSTOS	100
7.3 RESUMEN FINAL DE COSTOS	101
CONCLUSIONES	105
BIBLIOGRAFÍA	106
APENDICE	108
PLANOS	150

## **PROLOGO**

La industria se ve cada día presionada a mejorar sus productos, y por ende sus costos, ya sean por los grandes avances que se dan en la actualidad, o por la mejora del servicio y calidad, en este trabajo que desarrollaremos a continuación trataremos del Mantenimiento Correctivo, Montaje y Puesta en Marcha de un Horno Eléctrico para Tratamiento Térmico, que tiene que ver exclusivamente con lo mencionado anteriormente.

A continuación describiremos el contenido del informe, para luego pasar a su posterior desarrollo.

En el primer capítulo se especifica el objetivo de este informe, y dar una breve reseña histórica de la empresa, cual fue la necesidad de adquirir un equipo de tratamiento térmico, como se planeó y cuáles fueron los factores determinantes para dicha adquisición.

En el segundo capítulo se da una introducción a los conceptos generales, que sirven como base fundamental para el entendido del trabajo, se menciona sobre los hornos, los tratamientos térmicos que existen, los medios de temple, etc.

En el tercer capítulo tratamos las características de dicho equipo, se hace un estudio descriptivo, como vino, el estado en que se encontraba, que es lo que tiene,



y cómo está formado, teniendo en cuenta que se encontraba inoperativo, con piezas deterioradas y algunas faltantes, para posteriormente pasar al estudio de la reparación general.

El cuarto capítulo trata sobre el mantenimiento correctivo del horno, las modificaciones que se tuvieron que hacer, las fabricaciones, y los adicionales para el mejor rendimiento del equipo.

El quinto capítulo está abocado al montaje y puesta en marcha del equipo, en este capítulo nos abocaremos a las instalaciones, cuáles son los procedimientos a seguir, y los ajustes del caso, para luego pasar a la marcha de prueba, y a la vez el secado del horno.

En el sexto capítulo solo trataremos del mantenimiento preventivo que se realiza al equipo, los cuidados del caso, y los programas de dicho mantenimiento, al cual también se le ha implementado su historial de mantenimiento correctivo.

Y por último, en el séptimo capítulo vemos todo lo referente a costos, se hace una comparación de ellos para ver si fue factible la adquisición, y qué resultados nos trajo, en cuánto tiempo se recuperó dicha inversión.

# **CAPITULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1 GENERALIDADES**

El trabajo que a continuación desarrollaremos fue realizado en la compañía MODEPSA SAC, y consiste en la instalación de un horno de diseño antiguo en desuso, que fue adquirido del extranjero, hacer su Mantenimiento Correctivo, Montaje y Puesta en Marcha. Los elevados costos de producción, los retrasos en la entrega y la regular calidad hicieron que Modepsa tome la decisión de adquirir su propio Horno para tratamiento térmico, porque anteriormente se hacía el trabajo por servicio a terceros.

A continuación describiremos cada detalle, y cual fue el objetivo para la adquisición de dicho Horno.

### **1.2 ALCANCES SOBRE LA EMPRESA**

MODEPSA SAC es una empresa dedicada a la fabricación de pernos, tuercas, de grados 2, 5, y 8, y otros elementos de sujeción de uso específico, está ubicada en la Calle Delta 185 Urb. Parque Internacional de la Industria y Comercio - Callao. Inició sus operaciones el 23 de octubre de 1969, especializándose en el rubro minero y ferroviario.

En 1985 Modepsa S.A.C. junto con FABINSA, la primera fábrica de pernos estructurales, con más de 35 años de actividad, se habían convertido en las más importantes de la industria nacional del perno y empezaban a consolidarse en el mercado de la comunidad Andina de Naciones.

A principios de 1995, MOPDEPSA Y FABINSA deciden unirse bajo la modalidad del Joint Venture, con la denominación del primero, con el propósito de hacer frente al nuevo ordenamiento económico nacional y mundial.

En la actualidad, la sociedad tiene unas instalaciones de 7000 m<sup>2</sup>, dotado de la más moderna infraestructura, como las instalaciones de 3 puentes Grúas de 5, 3, y 2 ton cada una, montacargas, etc. Sus dos líneas de producción: Automatizada y Forja; pueden producir mas de 3000 items, con diámetros de hasta 3 pulg.

Su materia prima es el alambrón de acero de procedencia importada: Japón, Alemania, Sud Africa, entre otros, así como también de proveedores como Sider Perú, Aceros Arequipa, Aceros Bolher Del Perú.

Cuenta con un moderno laboratorio en el cual se realizan las pruebas de torque, dureza, tiene un equipo digital de medición de espesores del galvanizado, y zincado, los ensayos de dureza se realizan en durómetros que tienen escalas B, y C, sus torquímetros llegan hasta los 600 piexlib., de medición, cuenta con patrones de medición de roscas para pernos como para tuercas.

Los ensayos de tracción son realizados en la Universidad Nacional de Ingeniería en la facultad de Mecánica, y la Pontificia Universidad Católica del Perú, en la Facultad de Mecánica.

La capacidad de producción es de 300 toneladas mensuales. La avanzada tecnología en la maquinaria, un moderno laboratorio de pruebas que dispone de todos los elementos mas avanzados propios de su función y la aplicación de sus conceptos administrativos más modernos garantizan la óptima calidad de los productos marca FABINSA y MODEPSA y el cumplimiento con las normas internacionales: ISO, DIN, SAE, ANSI, ASME, ASTM.

### **1.3 OBJETIVO**

El objetivo de este informe son dos, el primero consiste fundamentalmente el de bajar los costos de producción en la empresa, contando con su propio equipo, y así eliminar los servicios a terceros, y el segundo es dar al lector los procesos seguidos para el Mantenimiento Correctivo, Montaje y Puesta en Marcha de este mismo equipo que consiste en un Horno Eléctrico para Tratamiento Térmico, cabe resaltar que el objetivo de la compañía Modepsa era el de tener su propio Horno De Tratamiento Térmico para así bajar sus costos de producción como ya se dijo anteriormente, evitar los retrasos en la entrega a nuestros clientes y de llevar un mejor control de calidad de nuestros productos.

#### **1.4 ADQUISICION DEL EQUIPO**

Una vez planteada la idea de contar Modepsa con su propio horno, se lanza a su búsqueda tanto en el país como en el extranjero, encontrándose que el costo de un equipo nuevo, era demasiado alto y no estaba la empresa en capacidad de adquirir, así que se fue por la opción de buscar un equipo de segunda o en desuso, con la idea de nosotros mismos ponerlo operativo.

Y de tanta búsqueda se llegó a Venezuela, de donde llegó información de una empresa, que estaba vendiendo todas sus maquinarias, y dentro de ellas encontramos un lote en remate de varios equipos, en el cual se incluía al horno, completamente deteriorado y en desuso, a un costo por todo el lote definitivamente barato.

Es así que Modepsa S.A.C. llega a un arreglo con los venezolanos y adquiere todo el lote, incluido el horno.

Por información del proveedor, el horno había quedado inoperativo por varios factores, uno de los cuales, el mal mantenimiento que se le llevaba, otro de los factores era que ellos ya lo habían adquirido también en mal estado, pero que no le hicieron su mantenimiento, porque de la forma como lo obtuvieron, y la no justificada producción, lo llevaron a esa determinación.

La empresa Venezolana estaba vendiendo sus maquinarias por haberse declarado en cierre.

Este lote de máquinas fue traído al Callao vía marítima, después de 2 meses de realizada la transacción de pago.

## **CAPITULO 2**

### **FUNDAMENTO TEÓRICO**

#### **2.1 GENERALIDADES**

El tema de Hornos, ya sea para tratamientos térmicos o fundiciones es muy amplio, ya que la diversidad de estos lo hace muy extenso, nosotros nos remitiremos solo a los hornos eléctricos y las funciones que realiza, o para la que fue construida.

En nuestro caso nos dirigiremos a lo que son los tratamientos térmicos, los hornos eléctricos y su constitución.

#### **2.2 TRATAMIENTOS TERMICOS**

Los tratamientos térmicos son operaciones de calentamiento, seguido de enfriamiento, con el objeto de dotar a una pieza metálica de las propiedades más convenientes para su empleo o manufactura. Toda utilización racional de una aleación implica generalmente un tratamiento térmico adecuado.

De una manera general, un tratamiento térmico no modifica la composición de la aleación, pero puede aportar modificaciones a los tres puntos siguientes:

- Constitución (estado del carbono y forma alotrópica del hierro)

- Estructura (tamaño del grano y repartición de los constituyentes)
- Estado mecánico (las diferencias de temperaturas en diversos puntos de de la pieza provocan irregularidades de dilatación que pueden crear constricciones internas – esfuerzos residuales- y causar deformaciones externas.

El propósito es mejorar el metal obrando sobre su constitución y estructura, evitando destruir el estado de equilibrio mecánico.

De una manera general podemos señalar los siguientes procesos para todo tratamiento térmico:

- a. Calentamiento.- hasta una temperatura determinada
- b. Permanencia.- mantenerlo a dicha temperatura
- c. Enfriamiento.- controlar dicho enfriamiento

Siendo los factores más influyentes

1. Velocidad
2. Tiempo

Los tratamientos térmicos clásicos a estudiar son los siguientes

- Recocido
- Normalizado
- Temple
- Revenido



A continuación mostraremos un esquema de los tratamientos térmicos que muestra aproximadamente los tres procesos enunciados para cada uno de ellos, relacionando temperatura, velocidad y tiempo, figura 2.1.

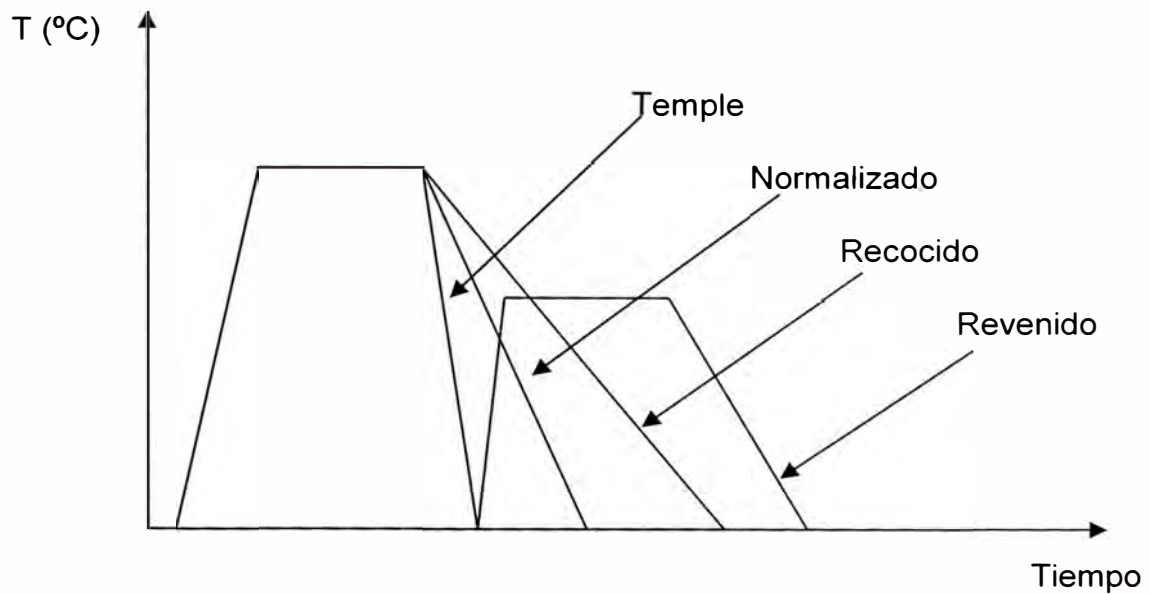


Figura 2.1: Esquemas de Curvas de tratamientos térmicos

### 2.2.1 Recocido

El recocido es un tratamiento térmico que se practica con una finalidad principal, la de ablandar las aleaciones ferrosas para poder trabajarlas mejor.

El estado de recocido corresponde a los valores máximos de ductibilidad y a los valores mínimos de resistencia, convirtiendo al metal más blando y fácilmente mecanizable, moldeable en frío, etc. (es el único tratamiento con el cual se consigue elevada ductibilidad).

### **2.2.2 Normalizado**

El normalizado es uno de los tratamientos térmicos más fáciles de efectuar. Se utiliza lo mismo para piezas fundidas, forjadas o mecanizadas, y sirve para afinar la estructura y eliminar las tensiones que suelen aparecer en la solidificación, forja o en otras operaciones posteriores. Como el nombre indica, se da este tratamiento a los aceros para que queden con los constituyentes y características que puedan considerarse normales o propios de su composición. Se efectúa no solo después de la forja o laminación, sino también después de ciertos sobrecalentamientos o enfriamientos hechos en malas condiciones y siempre que se quiere destruir los efectos de cualquier calentamiento anterior.

Consiste en calentar los aceros a una temperatura superior a la crítica ( $Ac_3$  o  $Accm$ ), para que pasen al estado austenítico y dejar luego enfriar las piezas al aire tranquilo. En el normalizado la velocidad de enfriamiento es más lenta que en el temple y más rápida que en el recocido. Es un tratamiento típico de los aceros al carbono de construcción de 0.15 a 0.40 % de C y rara vez se emplea en los aceros de herramientas, ni en los aleados de construcción.

### 2.2.3 Temple

El temple es el tratamiento térmico clásico más importante por los efectos que se produce en el acero que se trate.

Tiene por objeto endurecer y aumentar la resistencia de los aceros. Para ello, se calienta en general el acero a una temperatura ligeramente mas elevada que la crítica superior y se enfría luego más o menos rápidamente (según la composición y el tamaño de la pieza) en un medio conveniente, agua, aceite, etc.

La rapidez mas elevada de enfriamiento da por resultado, generalmente mayor dureza y resistencia y por lo común una perdida de ductibilidad, ello es ocasionado por la formación de martensita (constituyente característico de toda estructura templada) que se produce solo en condiciones de enfriamiento en desequilibrio y es inestable a temperatura ambiente, dichas condiciones se logran cuando el enfriamiento es muy violento.

La martensita que se forma al enfriar el acero mediante inmersión se conoce como martensita fresca y la reconocemos por su dureza, y al microscopio por su estructura en forma de agujas, resultando el porcentaje de carbono un factor decisivo tanto en la formación de ella cuanto en la dureza con la que obtenemos. En la figura 2.2 puede apreciarse la influencia del % de carbono en las martensita

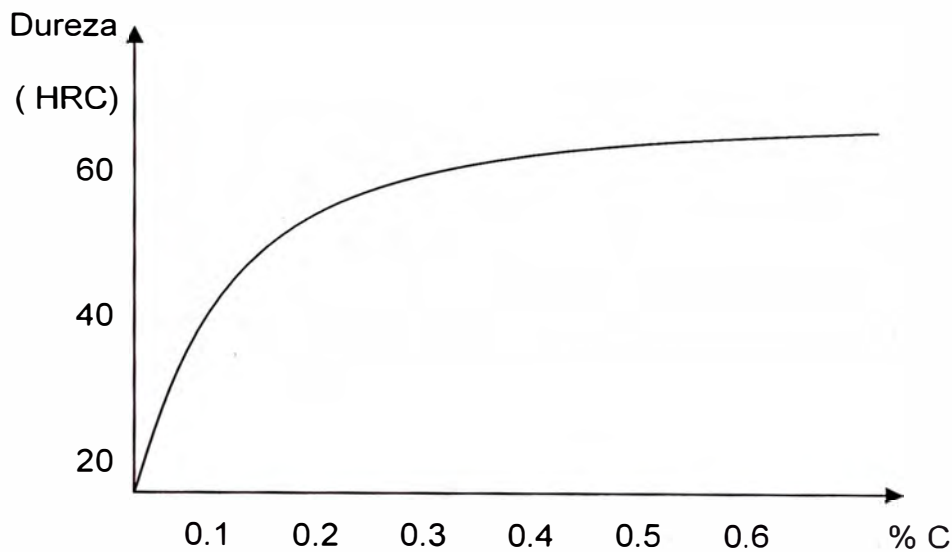


Figura 2.2: Dureza en función del contenido de carbono en la martensita fresca

#### 2.2.4 Revenido

Los aceros después del temple suelen quedar generalmente demasiados duros y frágiles para los usos a que van a ser destinados. Estos inconvenientes se corrigen por medio del revenido, que es un tratamiento térmico que consiste en calentar el acero a una temperatura mas baja que su temperatura critica inferior ( $A_{c1}$ ), enfriándolo luego generalmente al aire y otras veces en aceite o agua, según la composición. El objetivo del revenido no es eliminar los efectos del temple sino modificarlos, disminuyendo la dureza y resistencia, aumentando la tenacidad y eliminando también las tensiones internas que tienen siempre los aceros templados.

Un acero templado, correctamente resulta con las siguientes características:

- Grano de tamaño mínimo
- Dureza máxima
- Ductibilidad mínima
- Tensiones y deformaciones internas

Teniendo como deficiencia más notable la falta de tenacidad que junto a las tensiones internas hacen al acero templado inapropiado para su utilización inmediata.

En conclusión reiterando debe quedar claro que el fin del revenido no es disminuir la dureza del acero templado, sino aumentar la tenacidad, para evitar las roturas y fallas de los aceros tratados térmicamente.

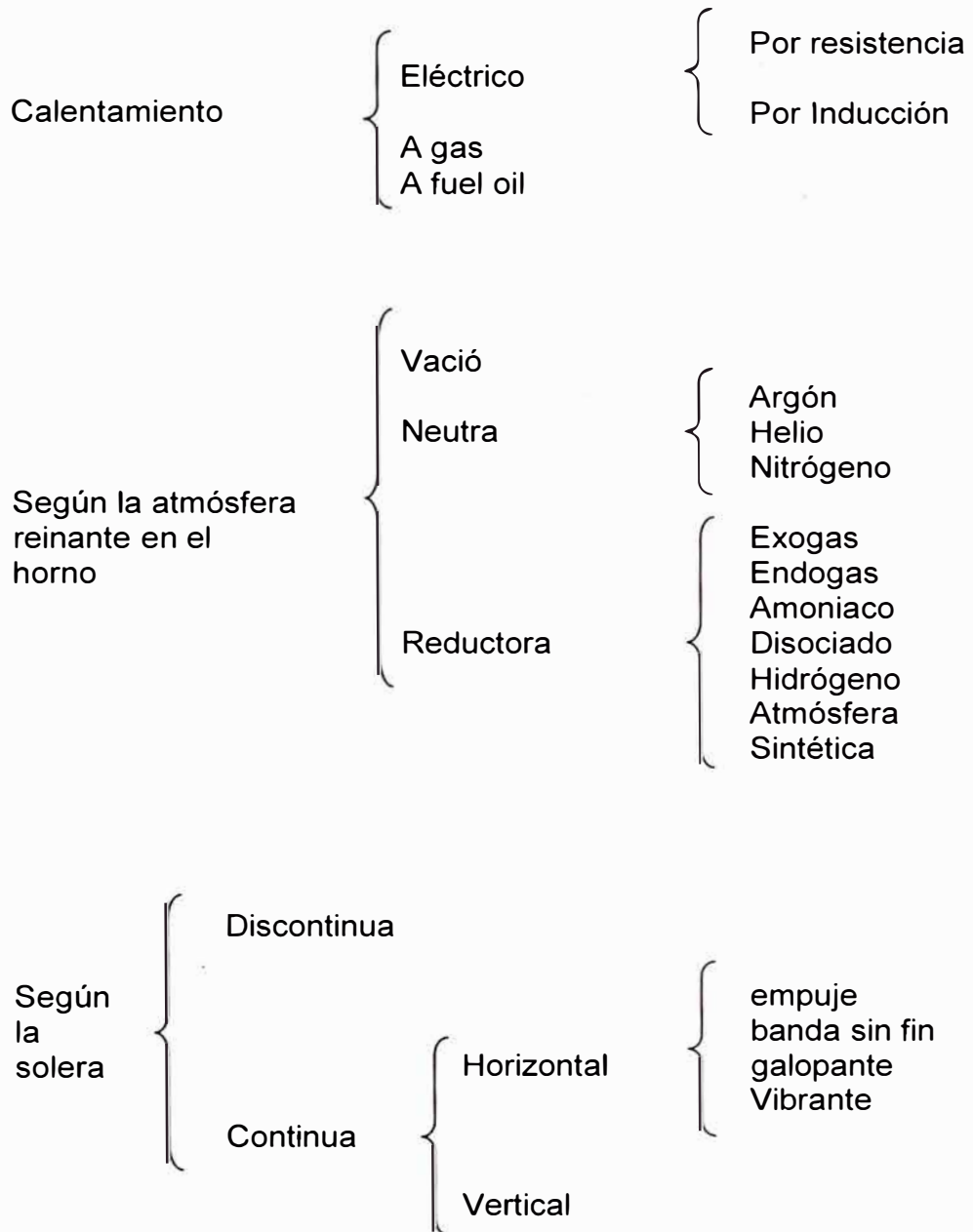
## **2.3 HORNOS**

El horno es el elemento principal de los tratamientos térmicos. Es un instrumento constituido por una caja susceptible de calentamiento, y que permite el control y la regulación del tiempo, de la temperatura, de la atmósfera y de las velocidades de calentamiento y de enfriamiento.

### **2.3.1 Tipos de Hornos**

Los hornos se pueden dividir en varios tipos según el criterio de clasificación que se adopte. Se pueden clasificar a partir del procedimiento de calentamiento, por la atmósfera o por la solera del horno.

Esquemáticamente puede hacerse la división



### 2.3.2 Hornos Eléctricos

El calentamiento eléctrico en hornos industriales, continúa su utilización creciente en competencia con el calentamiento por llamas producidas en la combustión de combustibles sólidos, líquidos, y

gaseosos. Dentro del calentamiento eléctrico los métodos más frecuentes son: arcos, inducción y resistencias eléctricas que es nuestro caso, sin considerar los menos introducidos en la industria (plasma, haz de electrones y láser).

La tecnología del calentamiento por resistencias ha mejorado notablemente en los últimos años, compitiendo, en muchos casos ventajosamente, con el calentamiento por combustión de gas natural por ejemplo, a pesar del bajo costo de este combustible en relación con la energía eléctrica.

Algunos avances importantes han sido:

- El gran aumento de las cargas específicas ( $W/cm^2$ ) en las resistencias y en su emplazamiento en el horno ( $kW/m^2$ ), lo que ha permitido conseguir unas velocidades de calentamiento y enfriamiento de la carga perfectamente comparables o incluso superiores a los hornos de gas
- La obtención de tubos radiantes eléctricos, resistencias tubulares de baja aleación, etc., totalmente fiables y de larga duración.
- Los nuevos métodos de regulación de temperatura en resistencia, recinto interior y carga con amplia utilización de equipos informáticos.
- El desarrollo de las resistencias de alta temperatura (hasta  $1800\text{ }^{\circ}C$ ) a base de  $MoSi_2$ .

Son evidentes algunas de las ventajas del calentamiento eléctrico por resistencias que se señalan a continuación:

- Ausencia de humos de combustión
- Mejores condiciones de trabajo alrededor del horno y ambientales por el exterior.
- Mayor seguridad del personal.
- Posibilidad de mantener los hornos sin vigilancia fuera de las horas de trabajo por eliminación del peligro de explosiones.
- Mas simple utilización de las fibras cerámicas como aislante del horno
- Gran elasticidad de funcionamiento y sencilla automatización de los hornos.

## **2.4 MEDIOS DE TEMPLE**

Para obtener en el temple de los aceros los mejores resultados, conviene utilizar el medio de enfriamiento menos energético que sea capaz de comunicar al acero una velocidad de enfriamiento superior a la crítica. De esta forma, se consigue una estructura totalmente martensítica, la máxima dureza compatible con su composición y se evitan en lo posible las grietas y deformaciones. En los enfriamientos rápidos siempre existe el peligro (independientemente de la composición del acero) de que se crean tensiones, debido al desigual enfriamiento de las piezas, ya que la periferia se enfría rápidamente, mientras en el corazón el acero está todavía a elevada temperatura. En los enfriamientos lentos, en cambio, la temperatura es más



uniforme en toda la masa de las piezas, y son menos frecuentes las grietas y deformaciones.

Antiguamente el temple se efectuaba siempre por enfriamiento rápido de los aceros en agua; entonces se empleaban exclusivamente los aceros al carbono, con el inconveniente de que cuando las piezas eran complicadas aparecían con frecuencia deformaciones y grietas. Cuando los perfiles eran delgados e irregulares, tampoco se podían enfriar bruscamente porque se agrietaban. Entonces se enfriaban en aceite o por otros procedimientos, pero a veces no se conseguía la dureza deseada.

A mediados del siglo XIX se inventaron los aceros especiales, en los que debido a la presencia de ciertos elementos, como el cromo, níquel, wolframio, etc., las velocidades críticas de temple son muy bajas y se pueden obtener con ellos gran dureza, aunque el enfriamiento no se haga muy rápidamente. Estos aceros aleados se templean generalmente en aceite o baños de sales.

Como la gran diversidad de aceros que existe en la actualidad, crea con frecuencia dudas, sobre el medio de enfriamiento más conveniente, hay que guiarse siempre por las recomendaciones de las acererías o por el análisis y dimensiones de las piezas.

Las velocidades críticas de temple varían bastante de unos aceros a otros. Los aceros al carbono exigen las mayores velocidades, que son, aproximadamente, para 0.50% de C, 350° por segundo; para 0.80% de C, 200° por segundo. En cambio los aceros especiales tienen velocidades de

temple más pequeñas. Así por ejemplo, la de un acero para brocas de bajo contenido de wolframio es, aproximadamente, de 35° por segundo.

En general, se templan en agua todos los aceros al carbono en piezas de más de 5 o 10 mm de espesor y también los aceros de poca aleación en espesores superiores a 25 mm. Debe utilizarse agua a 15° o 20°, no debiendo sobre pasar la temperatura de 30°. En aceite se pueden templan los perfiles inferiores a 5 o 10 mm aproximadamente de los aceros antes citados y todos los de alta aleación. Con aceite caliente entre 30° y 60° se obtienen los mejores resultados. Por ultimo al aire, se templan los aceros de muy alta aleación.

En la siguiente figura 2.3 puede verse una curva típica de enfriamiento, que corresponde a un cilindro de acero de poco diámetro, templado en agua.

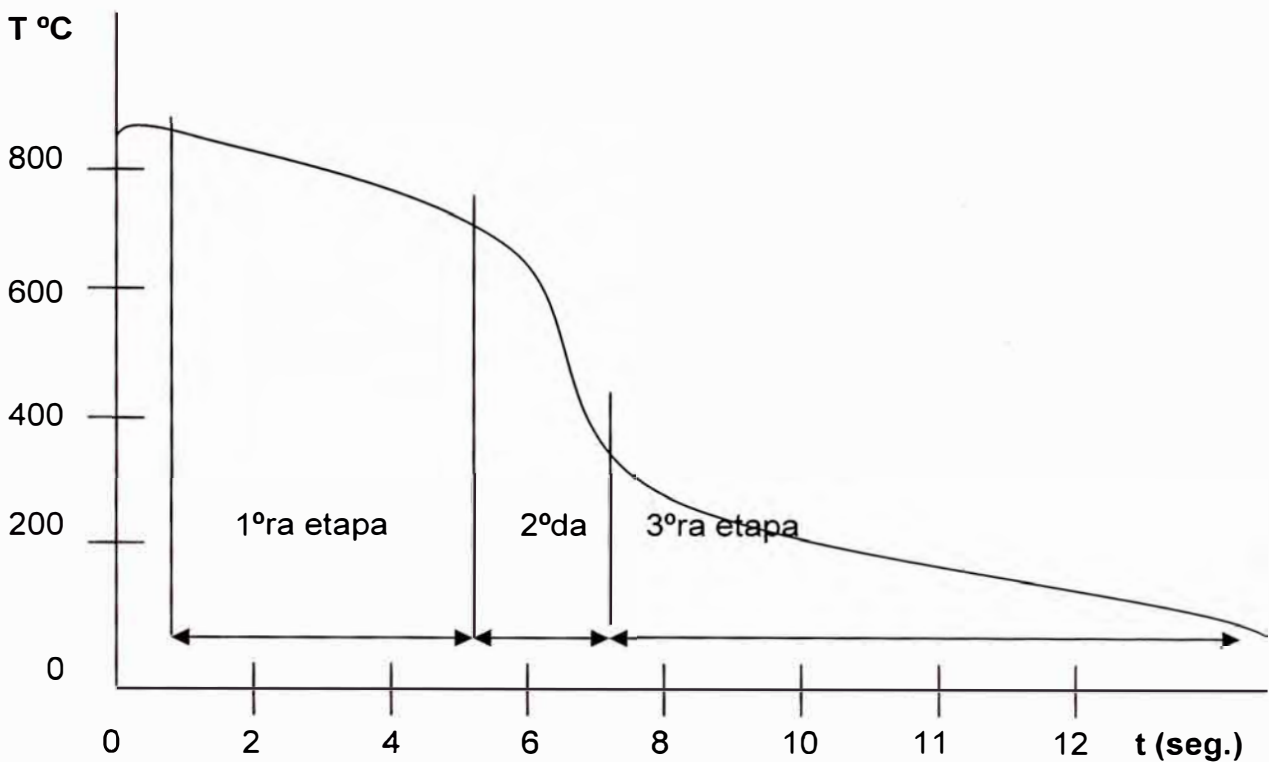


Figura 2.3: Curva de enfriamiento del centro de un cilindro de poco diámetro

Se puede observar que la velocidad de enfriamiento, al principio es lenta, va aumentando, alcanza un máximo, y luego disminuye, llegando por fin a igualarse la temperatura del acero y la del líquido, advirtiéndose tres fases muy señaladas, cuyas características explicaremos a continuación:

**Primera Etapa.-** Cuando el acero es introducido en el líquido, como su temperatura es muy alta, se forma una capa de vapor que rodea el metal y el enfriamiento se hace por conducción y radiación a través de la capa gaseosa. El enfriamiento en el comienzo de esta fase es relativamente lento, influyendo en ello principalmente la temperatura de ebullición del líquido y también la conductibilidad del vapor.

**Segunda Etapa.-** Cuando desciende la temperatura de la superficie del metal, la película de vapor va desapareciendo. Sin embargo, el líquido hierve todavía alrededor de las piezas y se forman muchas burbujas que rodean el acero. Estas burbujas son transportadas principalmente por corrientes de convección. El vapor se va separando de la superficie de la pieza y va siendo reemplazado por líquido. Esta es la etapa de más rápido enfriamiento y es llamada de enfriamiento por transporte de vapor.

**Tercera Etapa.-** Esta etapa se presenta generalmente por debajo de los 300°. El enfriamiento lo hace el líquido por conducción y convección, cuando la diferencia de temperatura, entre la superficie y el medio refrigerante es ya pequeña. Esta etapa se llama de enfriamiento por líquido y es más lenta que las anteriores, dependiendo su importancia de la conductibilidad térmica del líquido y de su agitación.

## 2.5 ATMOSFERAS CONTROLADAS

Debido a la acción del oxígeno del aire o de los gases oxidantes, se produce en los aceros la oxidación del hierro de las capas superficiales con formación de cascarilla (óxido de hierro), que envuelve todo el material y que, cuando se presenta en gran cantidad, se separa con relativa facilidad.

Este óxido origina importantes pérdidas de material y da lugar a irregularidades superficiales. La descarburización superficial es una pérdida de carbono de las zonas periféricas de los aceros que se produce a altas temperaturas bajo la acción de determinadas mezclas gaseosas

Las atmósferas protectoras que se emplean en los hornos de tratamientos térmicos sirven para mantener constante el contenido de carbono del acero durante el tratamiento y prevenir la oxidación superficial durante su calentamiento.

Las atmósferas o gases más empleados son el Nitrógeno, Hidrógeno, Monóxido de carbono, etc., también existen atmósferas preparadas que se pueden generar y emplear durante los tratamientos térmicos de los aceros, ya sea para evitar la oxidación o la descarburización o, aún, para aumentar el contenido de carbono en la superficie de un acero, entre estas tenemos atmósferas de base exotérmica y las atmósferas de base endotérmicas.

## **CAPITULO 3**

### **DESCRIPCIÓN Y ESTUDIO DEL EQUIPO**

#### **3.1 GENERALIDADES**

El horno eléctrico llega a nuestra planta inoperativo, como ya se indicó anteriormente. Fue fabricado por GUINEA HERMANOS INGENIEROS S.A HORNOS INDUSTRIALES (España), y adquirido por una compañía Venezolana, que es de donde nosotros la compramos, los cuales le dieron uso para hacer el tratamiento térmico de templado de pernos y tuercas, ya que ese era el rubro que manejaban. Pero por el mal uso que le dieron, y el mal mantenimiento que le aplicaron, fue determinante para que deterioraran al equipo, claro está que nuestro objetivo es hacerle su Mantenimiento y Modificaciones, para dejarlo en óptimas condiciones de trabajo.

A continuación daremos una descripción detallada de cómo está compuesto este horno, que es lo que tiene, lo que le falta, y lo que se tiene que hacer o fabricar. Ya que nosotros le hemos adaptado varios adicionales para su buen y mejor rendimiento.


Además se hará un estudio detallado de cada componente para su fabricación e instalación. Cabe resaltar que lo que se pretende es dar al lector una real imagen de lo que significa dicha instalación, y considerar que un

equipo nuevo no siempre es más ventajoso que uno reparado, si es que se le lleva un buen y planificado Mantenimiento Preventivo, en la cual se incluye el Rutinario.

### 3.2 CARACTERISTICAS PRINCIPALES

Se trata de un horno eléctrico, que constan de los principales elementos: Horno propiamente dicho, mufla estanca o tubos radiantes, solera vibratoria con su mecanismo de accionamiento, tanque de temple con su sistema incorporado de bombeo para la recirculación, serpentín de enfriamiento, radiador de enfriamiento, tolva o ducto de descarga de material tratado, faja transportadora de extracción de las piezas tratadas, equipo eléctrico de regulación, y en la mayoría de los casos instalación de atmósfera controlada.

Sus características principales son las siguientes:

FABRICANTE.....	GUINEA HNOS. ING. SA	ESPAÑA
FECHA DE FABRICACION.....	AÑO 1969	
PESO APROXIMADO.....	8000 KG	
POTENCIA.....	35 KW	
TENSION.....	220 V, 60 HZ	
TEMPERATURA MAX. TRABAJO..	1000 °C	
INTENSIDAD POR FASE.....	78 AMP	
CONEXIÓN.....		
CLASE DE CTE.....	A.T.E	
CAPACIDAD DE PRODUCCION....	1500 KG/DIA	
VOLUMEN DEL TANQUE.....	4.5 M3	
TEMPERATURA MAX LIQUIDO...	80 °C	

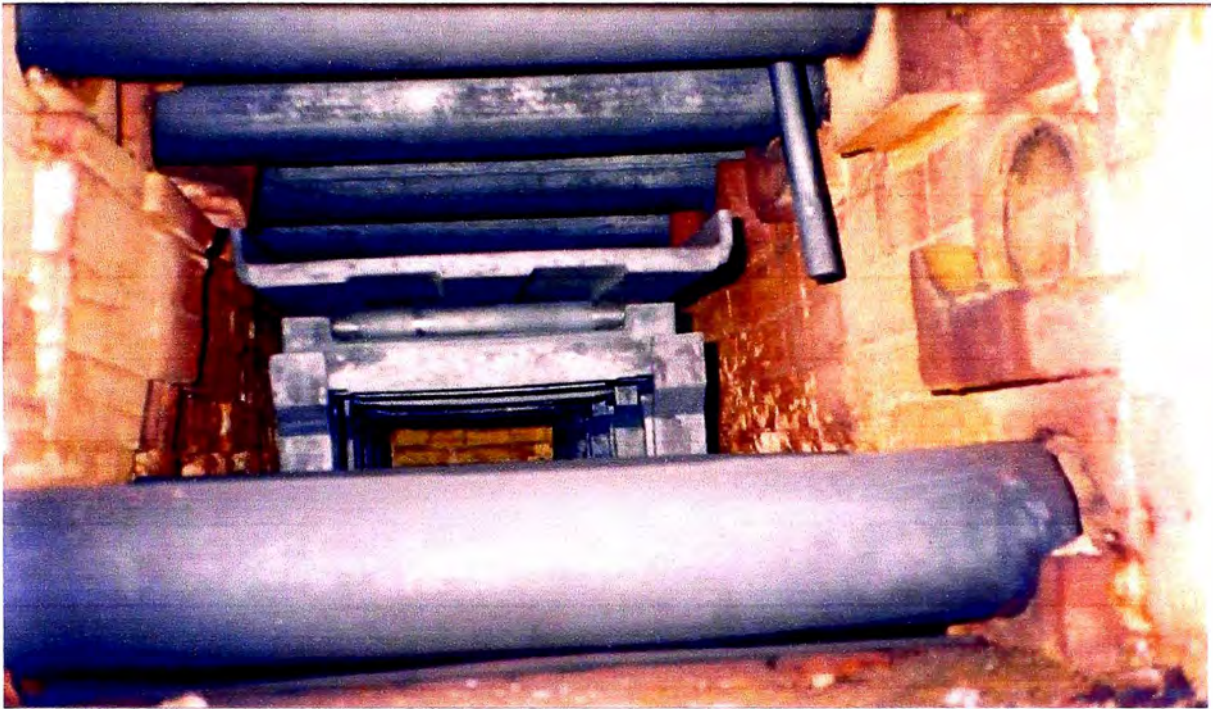
### 3.3 HORNO

En este caso cuando nos refiramos al horno, estaremos hablando del hogar, del interior y de lo que forma o esta formado este hogar o bóveda.

Al destapar el horno por la parte posterior, se encontró que la tapa tenia algunos ladrillos rotos y movidos, el cual se tomó nota para su reparación, ya que esto originaria una mala refractariedad, deterioro del cuerpo o envolvente metálico del horno, y a la vez ingreso de oxigeno al hogar sí no se reparara. Examinando el interior del hogar, nos encontramos que básicamente se encuentra construido con ladrillos refractarios en su totalidad, tanto el techo, las paredes, y el piso. Además se encontraron algunos ladrillos caídos y movidos en las paredes laterales, algunos soportes de los tubos radiantes rotos, y sobre todo en la zona refractaria donde caen los pernos para ingresar al ducto de descarga, ya que al caer las piezas tratadas, algunas impactan con el piso cónico del hogar y lo deterioran, se tomó nota de esto para modificarlo de la siguiente manera; se mando fabricar una cubierta de acero refractario para que las piezas impacten con el metal, y no con el ladrillo refractario

En la foto 3.1 se puede apreciar en el interior del horno lo mencionado, como los ladrillos movidos y soportes rotos.





**Foto 3.1** Interior del horno, mostrándose ladrillos movidos y soportes rotos

### **3.3.1 Tolva o ducto de descarga**

El ducto de descarga es nada menos que una tolva o tubo metálico de sección rectangular por donde va a pasar el material tratado, y que es la unión entre el horno, el medio de temple y la faja transportadora, el material al pasar por este ducto, además de encontrarse con el medio de temple sigue hasta el fondo, para finalmente caer a la faja transportadora, este ducto tiene ciertas características que son las siguientes:

- Posee una camiseta de refrigeración, de ingreso y salida de agua, que se encuentra en la parte superior, y que evita que se deteriore con la temperatura, por el contacto directo con el horno, esta agua viene directamente de la torre de enfriamiento que posemos en la planta.

- Posee una camiseta de recirculación, del medio de temple, sea esta agua o aceite, que se encuentra solo un poco mas abajo que el de refrigeración, y que su función, es la de homogenizar la temperatura del liquido y así evitar diferencia de temperaturas en el medio, en otras palabras agitar el medio de temple exactamente en la zona donde cae primero la pieza, teniendo en cuenta que el material caliente tiene primero contacto con el medio exactamente por el dúcto de descarga, y por ende este se encontraría caliente si no se recircula dicho liquido.
- En la parte inferior del dúcto posee una puerta que abre solo para adentro, la instalación de esta puerta es por dos motivos el primero que es el objetivo de esta; el de poder hacerle su mantenimiento en posibles atoros, y segundo para que las piezas tratadas no salgan por esta puerta debido al rebote o burbujeo.

El diseño original del horno, a nosotros no nos convenía, por tener el área de la planta limitada, así que se tuvo que variar dicho diseño. El problema es que el recorrido que sigue el material tratado es en forma de "L", o sea, forman un ángulo recto el horno y la faja transportadora, la explicación es porque al parecer, por tener que realizar el tratamiento a pernos de grado 10, sea esta por la forma geométrica o por la calidad del material, hacían uso de otro agitador para agitar el aceite que era el medio de temple que usaban, nosotros no necesitamos dicha agitación adicional, y por motivo de espacio en nuestra planta es que no podemos instalarlo como indica sus planos. Para esto se le harán cortes y soldeos a este dúcto, que hagan que el

material siga un recorrido en línea recta. En la figura 3.1, se muestra un esquema del diseño antiguo y del cambio realizado.

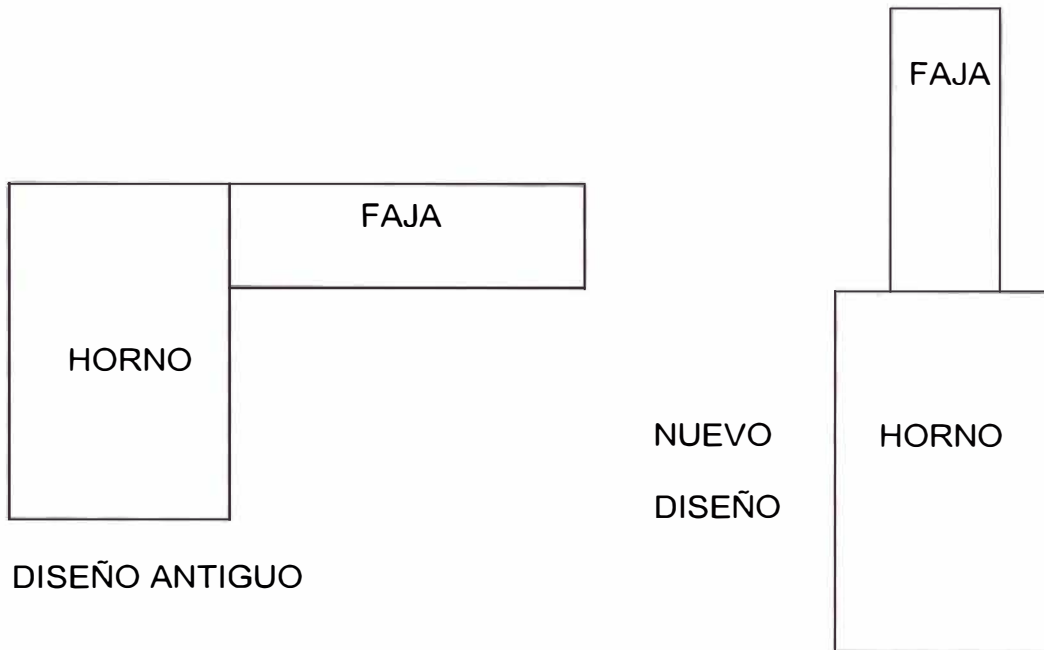


Figura 3.1 Esquema de la posición del Horno y Faja

### 3.4 TUBOS RADIANTES

Los tubos radiantes, son nada menos la fuente de calor del hogar del horno, y están conformados por paquetes de resistencias en su interior, que transmiten el calor por convección al aire o gases, y de estos, también por convección, a las piezas a tratar.

Normalmente se usan tubos radiantes, cuando la atmósfera interior del horno es nociva para las resistencias, y por ende sea perjudicial para una vida razonable de las resistencias expuestas directamente, este horno fue

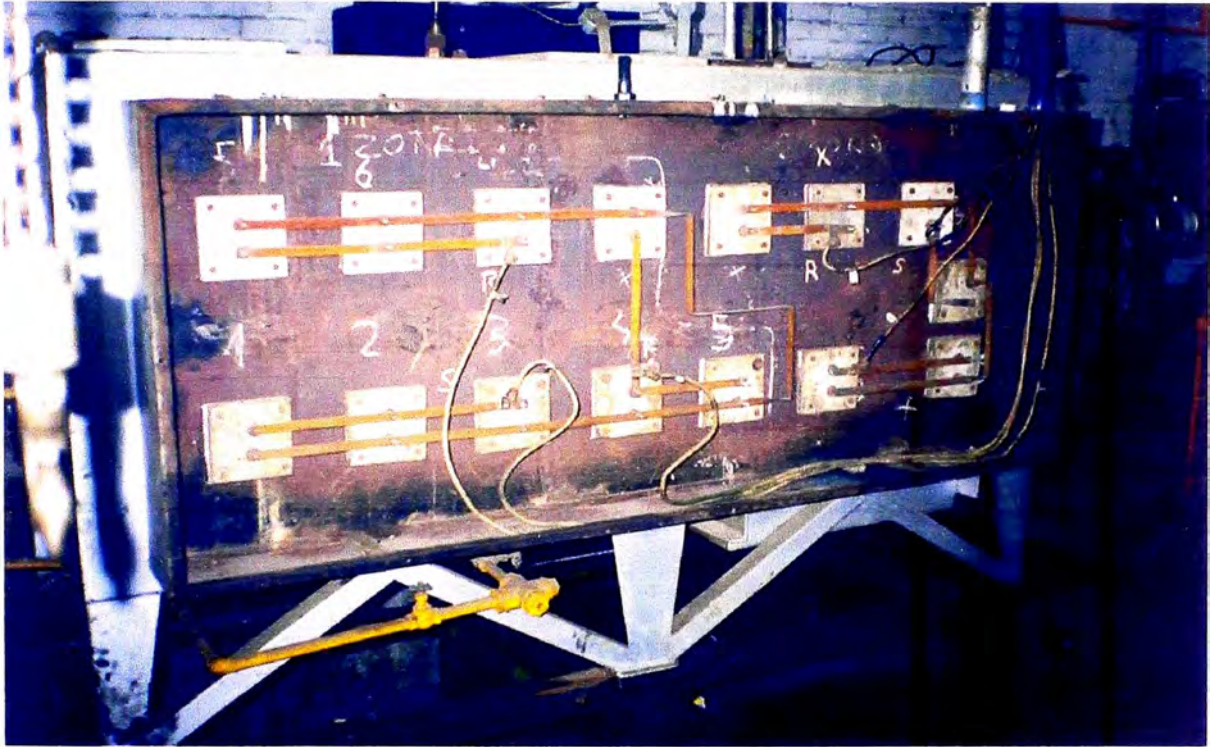
diseñado no exactamente porque la atmósfera sea nociva, sino, porque los tubos radiantes que rodea la carga y la solera y además forma el túnel de salida de piezas, corren un riesgo grande que es el siguiente:

- La forma en la que avanza las piezas a tratar sobre la solera, es por vibración, esta vibración puede provocar que algunas piezas salten o caigan fuera de la solera y choque con las resistencias provocando la rotura de estas
- Las piezas normalmente llegan con aceites, que se queman en el interior del horno, y estos forman gases del hidrocarburo que se quema, y que luego este carbón llegaría a pegarse en la resistencia provocando un mala transferencia de calor, sin contar otros daños que pueden deteriorarlo.

Al extraer los tubos radiantes, encontramos que dos de ellos estaban completamente deteriorados, sin la posible reparación del caso, así que se mando a la fabricación de esta, se tomo medidas, se levanto un plano (el que se muestra en el **Apéndice A1**), se selección el material adecuado, y la soldadura respectiva. Para luego pasar a la fabricación de este tubo.

El horno esta constituido por 15 tubos radiantes, los cuales a la vez dividen al hogar en dos zonas de calentamiento, el primer grupo esta constituido por 9 tubos radiantes, y calentaran la primera zona que es a la entrada, el segundo por 6 tubos radiantes y calentaran la segunda zona que es la salida, y cuyos encendidos son completamente independiente.

En la foto 3.2 se puede apreciar como se encuentra distribuidas las resistencias, por dos zonas de calentamiento.



**Foto 3.2** Parte lateral del horno, mostrándose la distribución de las conexiones a las resistencias de los tubos radiantes.

### 3.4.1 Resistencias

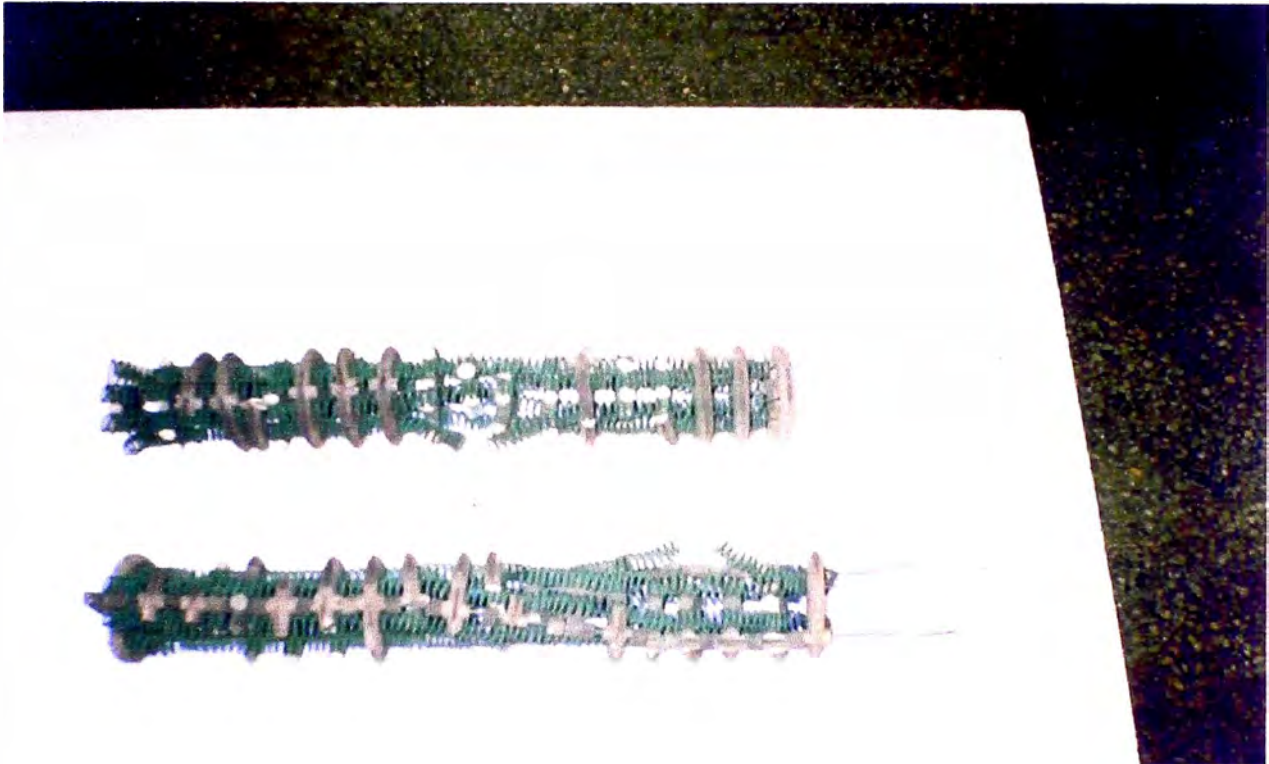
El método de calentamiento más utilizado para hornos de tratamiento térmico es por el sistema de resistencia, que aprovecha el calor generado según la ley de Joule. El calentamiento por resistencias eléctricas puede ser directo, cuando la corriente pasa por las piezas, o indirecto que es el caso de nuestro horno, cuando las piezas se calientan por radiación, convección o una combinación de ambas, procedente de las resistencias propiamente dichas, dispuestas en las proximidades de las piezas.

Las resistencias pueden ser barras, varillas, alambres o pletinas, dispuestos en las paredes de la cámara de calentamiento del horno, o dispuestos en el interior de tubos radiantes, que es nuestro caso.

Nuestro caso consiste en un calentamiento indirecto, y nuestra resistencia son alambres enrollados en forma de espiral. Luego de encontrarse los dos tubos deteriorados, era sin dudár, que la resistencia también se encontraba deteriorada, pero eso no fue todo ya que al verificar la continuidad de resistencia en todos los tubos radiantes se encontró que habían tres paquetes mas de resistencia quemadas o fundidas, así que se tomo los datos del caso como:

1. El diámetro del alambre para determinar el numero o calibre del alambre, el cual resulto ser de 2.6 mm.
2. Número de espiras por tramo del paquete, el que consta de 6 tramos/paquete y arrojándonos un total de 95 espiras/tramo.
3. Diámetro de las espiras tanto del interior el cual es 11.8mm y del exterior de 17mm.

Con estos datos se mandó a fabricar, las resistencias en forma de espiral. En la foto 3.3 se puede apreciar como se quemaron las resistencias.



**Foto 3.3** Forma en la que se queman las resistencias

### **3.4.2 Aisladores Cerámicos**

Las resistencias metálicas de alambres en espiral, se colocan frecuentemente sobre soportes cerámicos adecuados, que cumplen la función de mantener en una posición rígida la resistencia y a la vez evitar que se junten.

Al desmontar del tubo radiante el paquete de resistencias, se encontró que estos soportes eran nada menos que discos de un material de cerámicos refractarios con 6 orificios, distribuidos formando un hexágono, cabe resaltar que el diámetro de los orificios era 1mm mas grande que el diámetro exterior de la espira de la resistencia, en el

**Apéndice A2.**, se muestra el plano que se levanto de los discos cerámicos.

A los tubos que se deterioraron completamente, solo se le pudieron salvar unos cuantos aisladores cerámicos, ya que tuvimos que destruir el tubo haciéndole cortes longitudinales, para poder sacar dichas cerámicas, los tres tubos que se encontraban en buen estado, pero que tenían las resistencias quemadas, se extrajeron del tubo, pero sacrificando algunos discos debido a que el tubo radiante sufrió deformación, y lamentablemente se destruyeron algunas cerámicas porque no había la forma de sacarlos sin tener que romper algunas.

Después de un levantamiento del plano se mando a su fabricación.

### 3.5 SOLERA

La solera es nada menos que una plataforma fundida de acero refractario, y que sirve como medio de transporte y avance del material a tratar, tiene las características siguientes

- Longitud.....2.12 m
- Ancho Útil..... 0.38 m
- Peso.....132 Kg.
- Material.....Acero Inoxidable AISI 310

Esta solera esta apoyada sobre rodillos que cumplen la función de rodamientos ya que es el medio por donde se desplaza esta, estos rodillos a



la vez están apoyados sobre soportes que están anclados a la envolvente del horno, por la temperatura que van a soportar, se concluye que son también fabricados de acero refractario o acero inoxidable AISI 310. En la foto 3.4 se puede apreciar lo mencionado.



**Foto 3.4** Soportes y rodillos en los que se apoya la solera

Al realizarse el desmontaje se encontró tres fisuras transversales de aproximadamente 3cm y 5cm a cada lado de la solera, y uno al centro, que al parecer eran producto de la fatiga térmica debido a los constantes cambios de temperatura realizados por el mismo trabajo, se tomó nota de esto y se envió a su reparación. En la foto 3.5 se muestra a la solera desmontada.

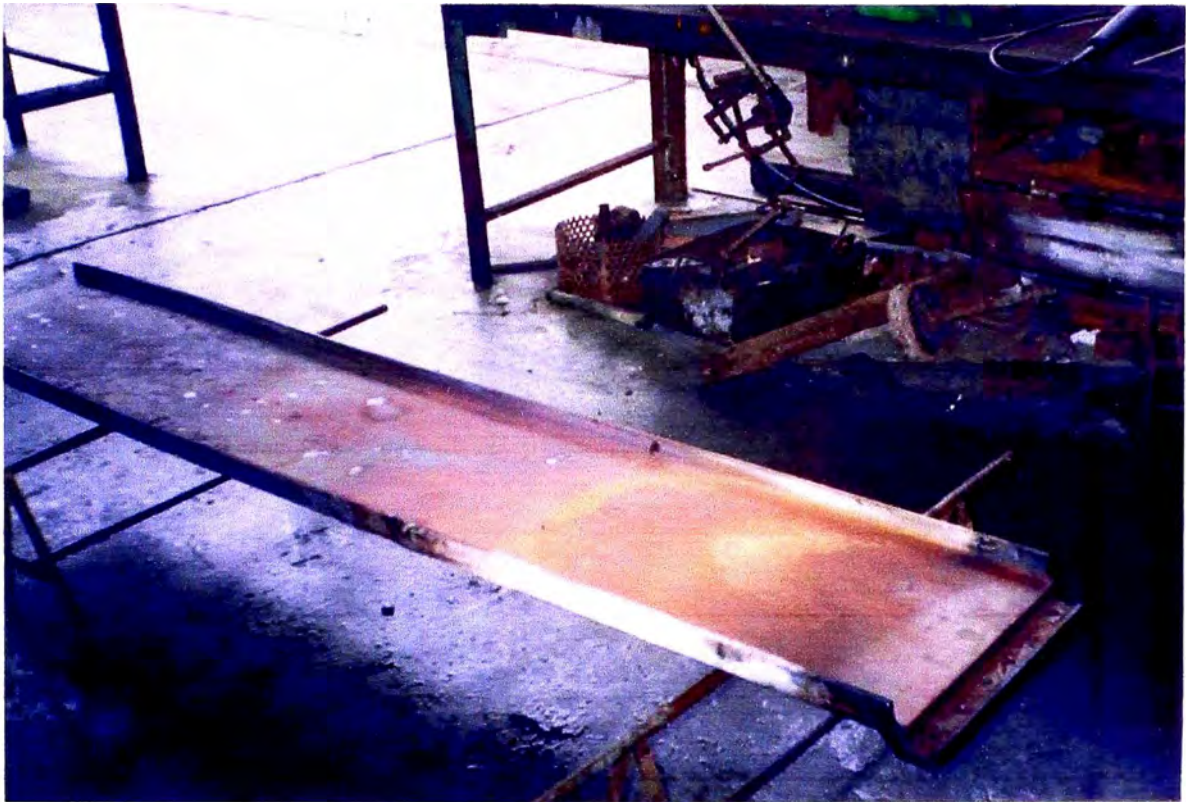


Foto 3.5 Solera refractaria desmontada

### 3.6 MECANISMO DE VIBRACION

El mecanismo de vibración es nada menos que el que genera el avance de las piezas a tratar y esta conformado por lo siguiente:

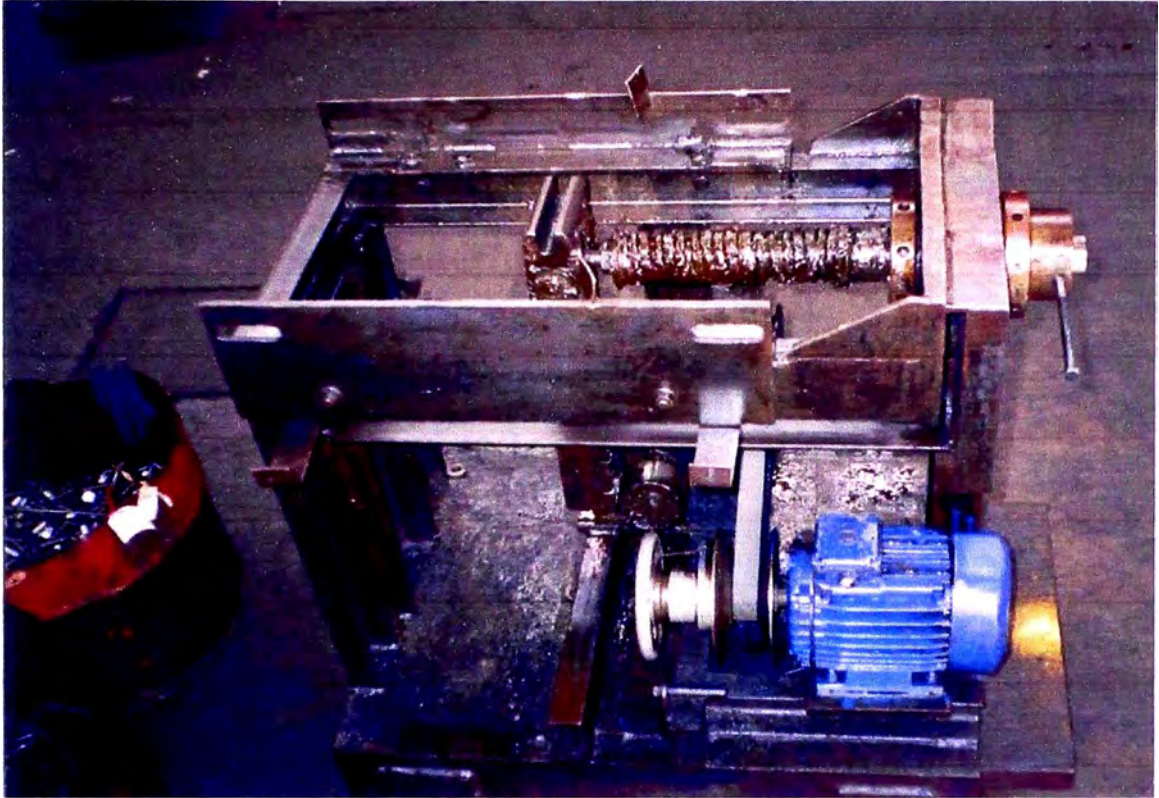
1. **Motor.**- De 3 HP y 1750 RPM, acciona al variador de velocidad por medio de la faja variadora
2. **Variador de Velocidad.**-Consiste en poleas cónicas de desplazamiento axial la cual son reguladas por una volante manual.
3. **Leva.**- Generan el movimiento alternativo de la bandeja por medio de la palanca

4. **Reductor.**- Es el que se encarga de bajar la elevada velocidad que tiene el motor.
5. **Palanca.**- Es el medio de transmisión alternativo entre la leva y el resorte de compresión.
6. **Resorte.**- Sirve para generar el golpe de impulso para el avance de las piezas a tratar, el cual esta unido al husillo de regulación.
7. **Bandeja de Alimentación.**- Plataforma de fiero dulce que sirve para alimentar el material, y que esta provista de 4 ruedas para el movimiento alternativo de la carga, y 4 ruedas laterales que sirven para evitar el desplazamiento lateral

Los problemas que se encontraron es que el aceite del moto reductor necesitaba inmediato cambio, de igual forma la faja variadora se encontraba rota, se tomo nota y se procedió al cambio de lo dicho.

Los pernos de amarre entre la bandeja de alimentación y de la solera se encontraban rotos, solo dos pernos amarraban a dichos elementos de transmisión, sin considerar que la rosca se encontraba robada.

En la foto 3.6 se muestra las partes anteriormente indicadas en el mecanismo de vibración desmontado.



**Foto 3.6 Mecanismo de vibración**

### **3.7 TANQUE DE TEMPLE**

Es un depósito construido con planchas de acero de 3/16 pulgadas de espesor y reforzadas con perfiles de ángulo 2 ½ x2 ½ x ¼ pulgadas y platinas de 2 ½ x ¼ pulgadas, y sirve para almacenar el medio de temple, sea este agua o aceite, las dimensiones del tanque son las siguientes:

Largo.....2.80 m

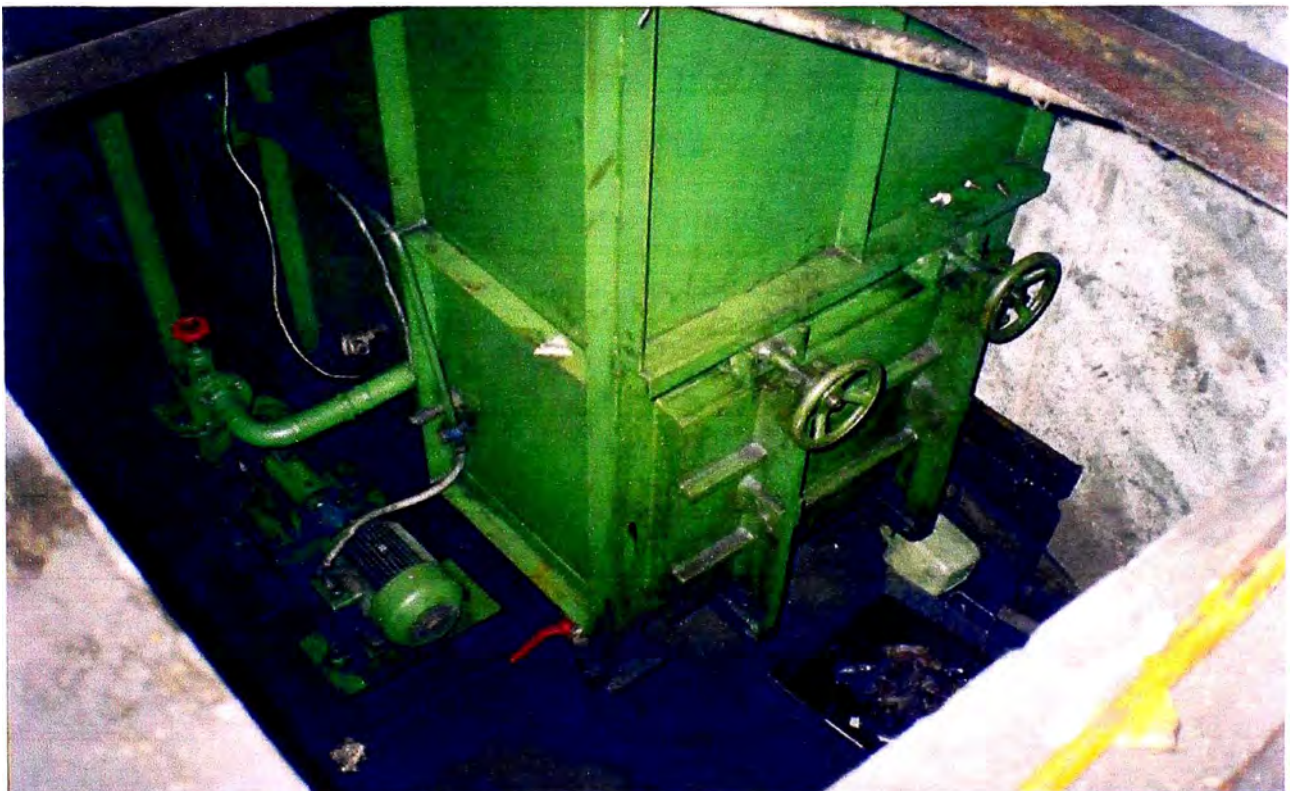
Ancho.....1.00 m

Profundidad.....1.65 m

El tanque posee una compuerta de 80x80 cm., que sirve para realizarle su mantenimiento de limpieza, ésta a la vez, posee un canal de alojamiento de un sello de jebe de  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$  para generar la hermeticidad en el cierre.

Los soportes en los que apoyamos el tanque sobre el piso son segmentos de viga tipo "H".

Además este tanque posee una copla roscada que sirve para la instalación de la termocupla que mide la temperatura del medio de temple. En la foto 3.7 se aprecia los detalles.



**Foto 3.7** Tanque de temple y accesorios

### 3.7.1 Serpentín de enfriamiento

Como se sabe todo proceso de enfriamiento es la transferencia de calor de un medio a otro. Ahora el medio de temple al ser calentado por las piezas tratadas, requiere de un enfriamiento, ya que este calentamiento podría afectar las propiedades de las piezas tratadas, es por eso importante mantener la temperatura constante del medio, tratando de llegar ligeramente menor a la temperatura ambiental, esto lo logramos por medio del serpentín de enfriamiento que posee el tanque, fabricado con tubos de acero inoxidable de 1 ¼ pulgada liviana, doblados en forma de "U".

Este serpentín tiene un ingreso y una salida con reducción campana de 1 ¼ a 1 ½ pulgada, esta es empleada para conectarlos a la tuberías que llegan a la torre de enfriamiento. La impulsión del agua fría al serpentín se logra mediante la succión de agua de la torre de enfriamiento, por medio de una bomba centrífuga de 2 HP, y que se encuentra por debajo del nivel del agua de la torre.

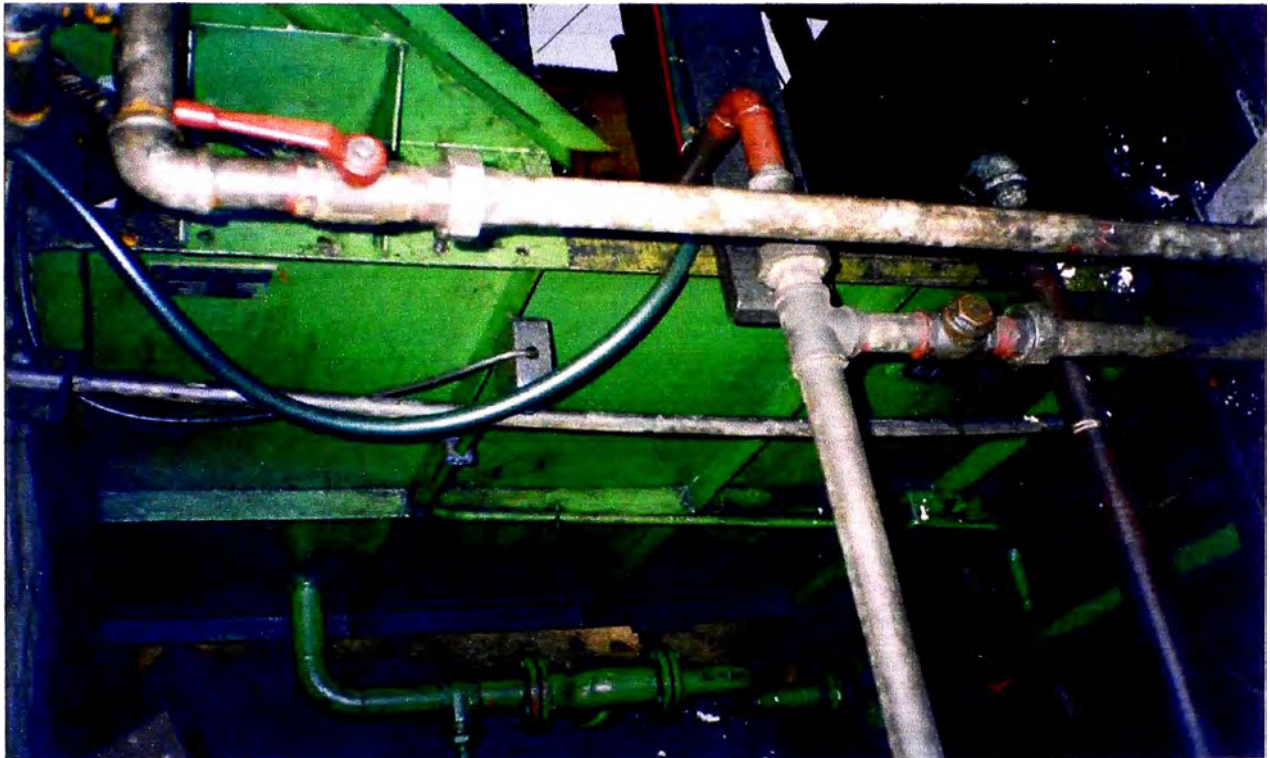
Como se dijo anteriormente los lodos producidos por la escoria de las piezas tratadas se almacenan en los tubos del serpentín, impidiendo de este modo la transferencia de calor, que debe existir del serpentín al medio de temple.

En el capítulo 6 se verá de como realizar su mantenimiento respectivo.

### **3.7.2 Sistema de Recirculación**

El sistema de recirculación es nada menos que la agitación y recirculación del medio de temple por medio de un sistema de tuberías que viene con diseño propio de fábrica y que está indicado en los planos de origen que se adjuntan, esta agitación y recirculación, se encuentra ubicada exactamente en la zona donde inicialmente hay contacto entre la pieza y el medio de temple, esto es importante para homogenizar la temperatura del medio de temple, y enfriarla a la vez, y así evitar zonas mas calientes que otras.

Esto se logra mediante la succión, supuesta de líquido frío, exactamente en la zona donde esta ubicada el serpentín de enfriamiento, mediante tuberías de 3 pulgadas de diámetro, pasando el liquido por un filtro-colador, que sirve para filtrar lodos o partículas que puedan perjudicar la bomba y accesorios, y luego succionado por una bomba centrifuga de 3 HP y 1700 rpm que es la que genera la succión para finalmente enviarlo por dos vías, una directa a la zona donde caen las piezas calientes, que se encuentra exactamente a la salida del material del ducto de descarga, y la otra a un sistema de tuberías que conduce al radiador de enfriamiento, a la salida de este radiador es enviado de nuevo al tanque de temple por la camiseta de refrigeración que se encuentra en el ducto de descarga, bañando a la pieza, con el medio de temple. En la foto 3.8 se muestra el detalle.



**Foto 3.8** En la parte inferior del tanque se puede apreciar el tubo que succiona el medio de temple.

### **3.8 FAJA TRANSPORTADORA**

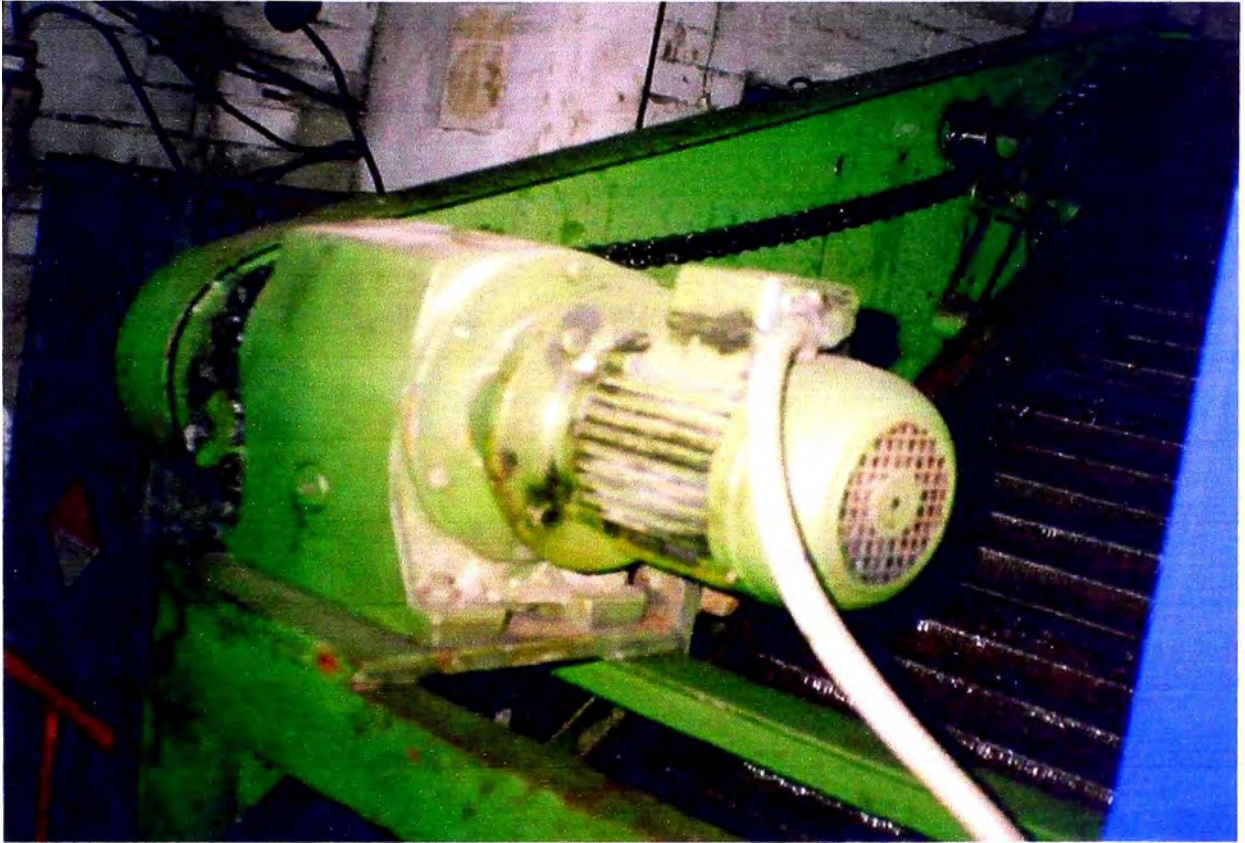
La faja transportadora es el medio por el cual viajan las piezas tratadas, desde el fondo del tanque hasta la superficie y salida final, la superficie de la faja esta fabricado con alambre eslabonado unos a otros, material de acero, está accionada por una catalina y esta ala vez por un piñón, la transmisión de una a otra es por medio de cadenas de rodillos, el moto reductor es de 0.5CV y la velocidad de reducción es de 1200 / 9.23 RPM, el ancho de la faja es de 0.6m y su longitud de 3.5m, la velocidad lineal de la faja de 3.6 m/min.



Esta se encuentra anclada mediante pernos soldados en el fondo del tanque de temple y también empernada en los lados laterales del tanque, con la cual se logra una fijación segura. En la foto 3.9 y foto 3.10 se aprecia lo mencionado.



**Foto 3.9** Faja transportadora a la salida del medio de temple y mostrando el anclaje al tanque.



**Foto 3.10** Accionamiento de la faja mediante cadenas de rodillos, catalinas y moto reductor.

## **CAPITULO 4**

### **MODIFICACIONES Y FABRICACIONES REALIZADAS**

#### **4.1 GENERALIDADES**

Una vez hecho el reconocimiento y estudio del horno, se procedió a realizar las modificaciones, y fabricaciones del caso, para esto nos remitiremos a los datos tomados del estudio de la descripción del horno.

Como se dijo anteriormente se tiene que modificar y fabricar varios elementos que se encuentran deteriorados, por lo tanto pasaremos a la fabricación y/o modificación de cada elemento teniendo como datos los planos de taller levantados y los materiales a usar.

#### **4.2 REPARACION DEL HOGAR**

Las partes dañadas del hogar se repararán haciendo uso de los materiales que tenemos en el mercado nacional, para este tipo de trabajo se seleccionó a la compañía REFRACTARIOS PERUANOS S.A. (REPSA), y a través de su departamento técnico nos facilitaron los materiales para la reparación del horno.

#### 4.2.1 Reparación de la tapa posterior

Lo que se hizo en la tapa posterior fue un vaciado total, con un castable denominado REPSA CASTABLE ALTA ALUMINA, las características técnicas del castable se encuentra en el **Apéndice B1**.

Este castable refractario es un concreto u hormigón de fragua hidráulica constituidos por un agregado granular refractario y ligantes hidráulicos especiales que les confieren, después del fraguado, todas las propiedades físico-químicas necesarias para resistir un trabajo térmico prolongado. Son muy fáciles de preparar y usar, y se pueden instalar por vaciado, vertiéndolos dentro de un encofrado como cualquier concreto, o manualmente, usando badilejo, o proyectándolos con pistola neumática.

Primero se hizo la limpieza de la tapa posterior retirando todo el material quemado que se encontraba en él, para luego soldarle anclajes de acero inoxidable AISI 316L en forma de te, espaciadas unas de otras en 4 pulgadas, con alturas de 5" y 3" pulgadas, en forma alternada, y la colocación de juntas de expansión, todo con varillas de  $\frac{1}{4}$  de pulgada de diámetro, como se muestra en la figura 4.1.

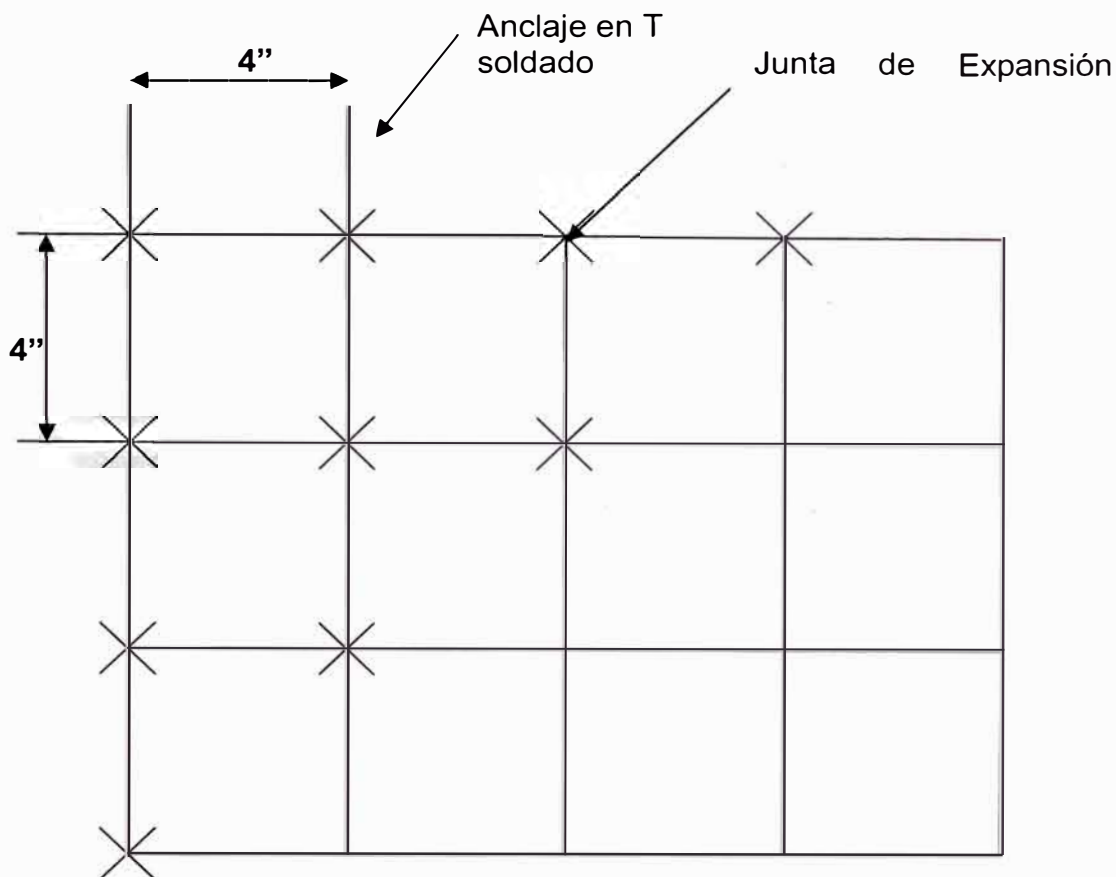


Figura 4.1: Disposición típica de Anclajes y Juntas de Expansión

El objetivo de los anclajes, es absorber las tensiones internas que se originan dentro del concreto, y el de las juntas de dilatación, es la de absorber como su nombre lo dice la dilatación que se produce durante el secado y así evitar fracturas o rajaduras en la tapa.

Una vez realizado el vaciado, se continuó con el curado, que consiste en mantenerlo húmedo con paños humedecidos con agua durante 8 horas, para luego dejarlo secar al aire libre unas 24 horas, y luego a la colocación de la tapa al horno para el secado respectivo, el cual consiste en mantener el horno a 100 °C durante 8 horas para la total

eliminación del agua física, y por último el secado en el horno, subiendo la temperatura de 50 grados en 50 grados, cada dos horas hasta los 950 °C que es la temperatura en la cual se forma la liga cerámica. Y finalmente quedar listo para su uso

#### **4.2.2 Reparación de la pared del hogar**

Para la reparación de la pared del hogar, del piso cónico de ingreso al tubo de descarga, y de los soportes de los tubos radiantes, se hizo uso de ladrillos refractarios y de morteros, también abastecidos con material de REPSA.

Para construir cualquier tipo de albañilería refractaria en un horno, usando ladrillos, debe seleccionarse cuidadosamente la clase y el tipo del ladrillo que convenga mejor a la operación y el mortero adecuado para asentar los ladrillos. La selección del mortero depende del tipo de ladrillo, de la geometría del horno y del tipo de junta de dilatación que requiera la construcción. El mortero tiene que ser compatible con el ladrillo, en composición y funcionamiento, para lograr edificar la macro estructura del horno, partiendo de micro estructuras, o ladrillos, que pegados con el mortero adecuado construyen una armadura hermética capaz de resistir las condiciones operativas presentes en el trabajo.

REPSA fabrica dos tipos de morteros: los de FRAGUA TERMICA, que permiten el acomodamiento individual de los ladrillos durante el calentamiento y los de FRAGUA EN FRIO, que facilitan la expansión

por bloques. Para nuestro caso usaremos el mortero denominado REPSA HARWACO BOND, que es un mortero de fragua en frío la especificación técnica se adjunta en el **Apéndice B2**.

Los ladrillos que se usaron son los denominados de ALTA REFRACTARIEDAD, y son de arcilla refractaria, las especificaciones técnicas y medidas del ladrillo, también las adjuntamos en el **Apéndice B3**. Nosotros optamos por usar ladrillos rectos de  $9 \times 4 \frac{1}{2} \times 2 \frac{1}{2}$ . REPSA se autoabastece con las arcillas refractarias que extrae de sus propias canteras y que son necesarias para la manufactura de los ladrillos refractarios silico-aluminosos de las clases de ALTA y SUPER REFRACTARIEDAD. Mediante una selección de sus arcillas ( $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ ) y con la aplicación de diferentes procesos de manufactura, técnicamente diseñados, se obtiene las mejores propiedades físico-químicas de los ladrillos, que los hacen aptos para usarse en las mas exigentes condiciones termomecánicas de operación.

Entre estas propiedades figuran: refractariedad normalizada, una excelente fortaleza, buena estabilidad volumétrica en altas temperaturas, baja porosidad pero alta temperatura de vitrificación, cualidades que hacen a este tipo de ladrillos notablemente resistentes a las influencias que causan la desintegración térmica, mecánica o estructural.

### 4.3 VARIACION DEL DUCTO DE DESCARGA

Como se menciona en el capítulo anterior, el horno estaba diseñado de una forma tal que el material que salía por la faja transportadora con respecto al ingreso seguía un recorrido en forma de “L”, y por motivos de espacio en nuestra planta, nosotros la modificamos realizando cortes que redujeron la conicidad de la sección, además de trasladar la puerta que posee en el extremo del ducto. En la figura 4.2 se muestra un esquema de la vista de planta del ducto modificado y el sentido de en el que avanzan las piezas tratadas.

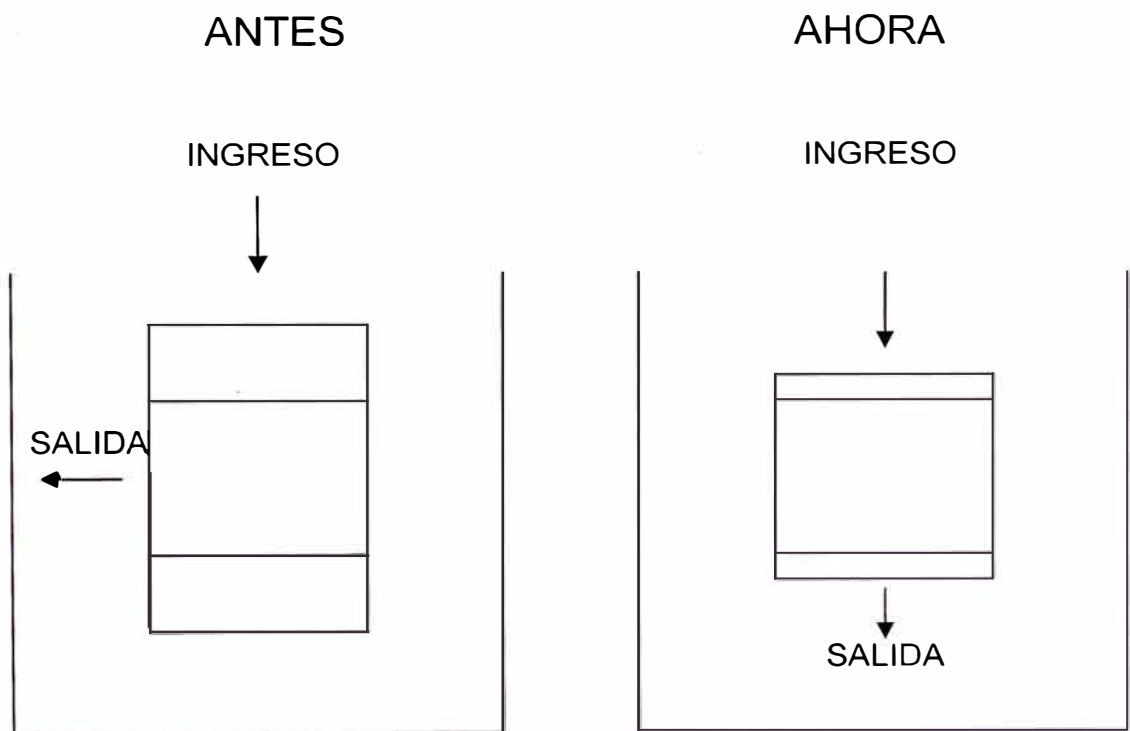


Figura 4.2 Esquema del dúcto seccionado y modificado

Además la cubierta que se fabricó en la zona donde impacta la pieza tratada para ingresar a ducto de descarga fue fabricado con plancha de acero refractario de 3/16 pulgadas de espesor, que según norma esta especificado



como AISI 310 que es un acero inoxidable austenítico. Este acero fue adquirido de la compañía ACEROS BOEHLER DEL PERU el cual lo han denominado ANTITHERM FFB H525, las características y propiedades de este acero la adjuntamos en el **Apéndice B4**.

En la foto 4.1 se aprecia parte del ingreso cónico del ducto



**Foto 4.1** Cubierta metálica del ducto de descarga.

En la figura 4.3 se muestra el esquema del ducto de descarga donde se puede apreciar la cubierta metálica refractaria, y la puerta inferior del ducto.

## ESQUEMA DEL DUCTO DE DESCARGA

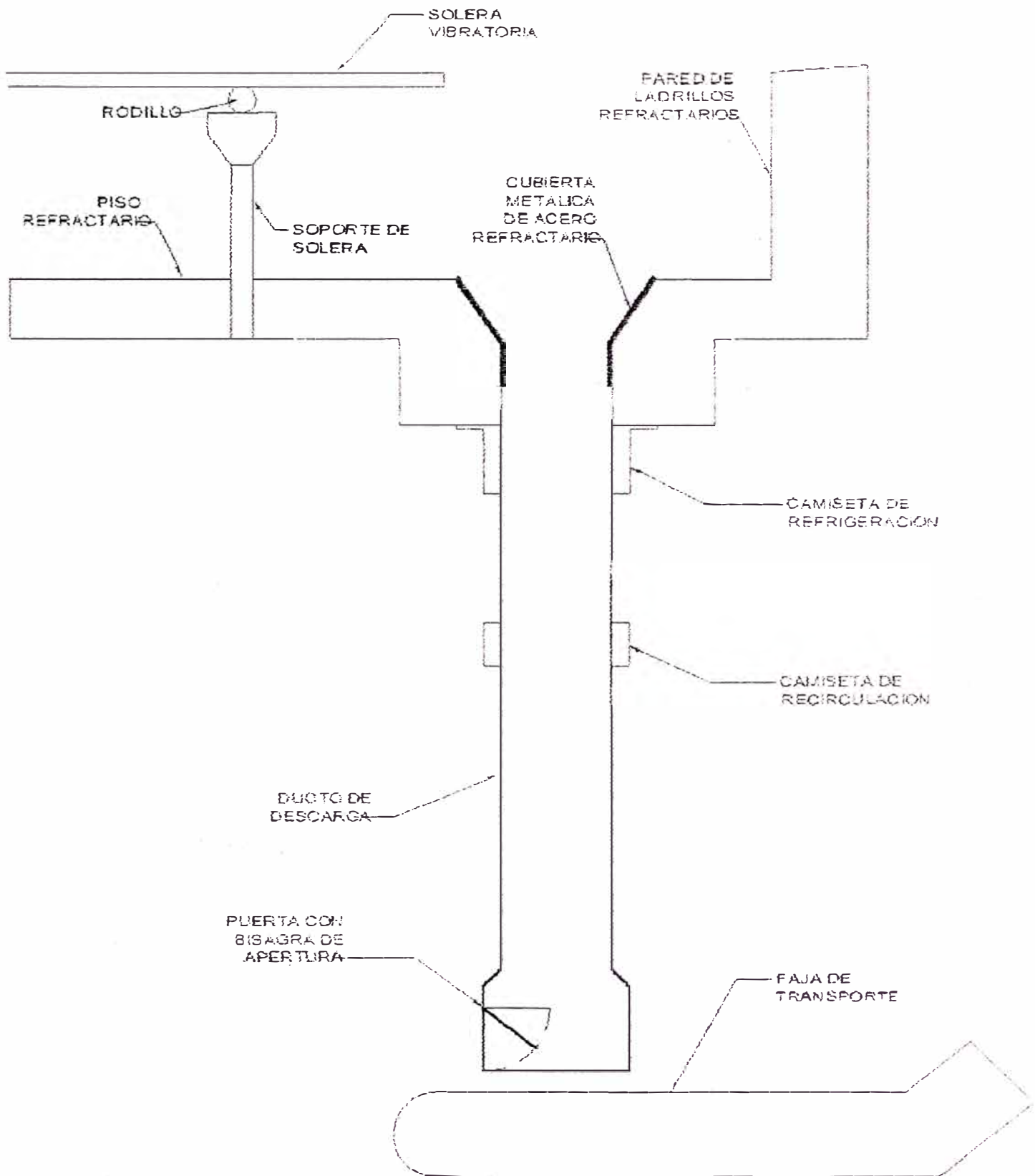
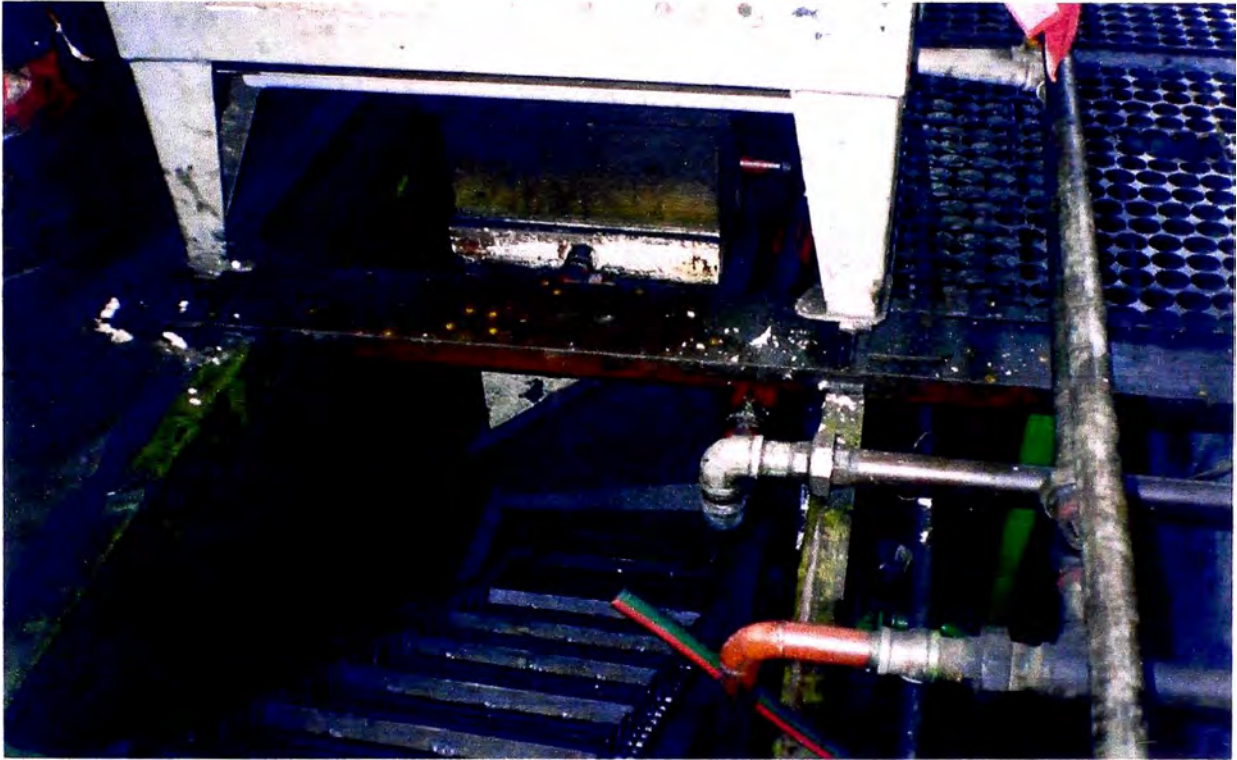


Figura 4.3 Mostrándose la cubierta metálica refractaria a la entrada del ducto, la puerta inferior, y la conicidad final obtenida.

En la Foto 4.2 se puede apreciar finalmente la modificación del ducto.



**Foto 4.2** Ducto de descarga

#### **4.4 TUBOS RADIANTES**

Los dos tubos que se encontraron completamente desechos, lo hemos fabricado haciendo uso del acero refractario, AISI 310, que ya se especifico anteriormente (antitérmico refractario)

Cabe resaltar que este acero es un antitérmico ya que soporta temperaturas de trabajo de hasta 1150 °C, el cual lo hace apropiado para la fabricación de nuestro tubo, la plancha antitérmica será de 3/16" de espesor, la cual hemos mandado a un tercero a rolar, de acuerdo al plano de taller que se levanto, y se soldó con una soldadura especial denominada INOX CW de marca OERLIKON. Las especificaciones técnicas de la soldadura se adjuntan en el

**Apéndice B5**, se tendrá mucho cuidado en el procedimiento de soldadura ya que este requiere de un enfriamiento inmediato para evitar fisuras, esto se logra humedeciendo un paño con agua, que servirá para mojar inmediatamente la parte soldada, como se puede notar el proceso de soldeo es todo lo contrario a un acero al carbono.

#### 4.4.1 Resistencias

Luego del análisis del capítulo anterior veremos el material para la fabricación de nuestras resistencias.

Los materiales empleados para la fabricación de resistencias metálicas en hornos industriales se pueden clasificar en tres grandes grupos:

1. Aleaciones de base de Ni-Cr.
2. Aleaciones Fe-Cr-Al, con posible adición de elementos de las tierras raras, obtenidas por fusión o por pulvimetalurgia.
3. Otros materiales empleados, sobre todo, en hornos de vacío de alta temperatura, como molibdeno, tántalo y tungsteno.

En nuestro caso hemos optado por la utilización de aleaciones de base Ni-Cr, aunque varían ligeramente de unos fabricantes a otros, podemos considerar como más representativas las siguientes:

- 80 Ni-20 Cr
- 70 Ni-30 Cr
- 60 Ni-15 Cr- 20 Fe.

Entre otras, de todas ellas la mas utilizada en resistencias de hornos eléctricos es la primera, 80 Ni -20 Cr, y es la que hemos utilizado para la fabricación de nuestra resistencia este tipo de aleación de resistencia reúne todos los requisitos de trabajo para nuestro horno.

Las especificaciones técnicas las adjuntamos en el **Apéndice B6**. Esta resistencia la adquirimos de la compañía CERAMICA ELECTRICA Y RESISTENCIAS BLINDADAS, la cual nos abastecieron con la denominación, Nickron VDM. 80-20 Alemán de calibre B&S # 10, ya que las resistencias de alambre en nuestro tubo radiante viene en espiral, con un diámetro interior de 11.8mm, y exterior de 17mm, el diámetro del alambre es de 2.6mm. En la Foto 4.3 se puede apreciar la forma de las resistencias en espiral abastecidas por el proveedor.



**Foto 4.3** Resistencias espiraladas y soportes cerámicos fabricados

Con los datos obtenidos de la resistencia antigua, se solicitó 6 kilos de alambre para resistencia

#### **4.4.2 Aisladores Cerámicos**

Los aisladores cerámicos o soportes cerámicos son los que, como su nombre lo dice soportan a las resistencias y actúan como separadores, para evitar que se peguen o junten y eviten quemarse, nosotros lo fabricaremos con el castable refractario de ALTA ALUMINA, la cual le detallaremos al fabricante, enviándole un plano descriptivo de lo que queremos, las características técnicas ya se mencionaron en el Apéndice C, ya que es el mismo material usado para la tapa posterior del horno.

#### 4.5 PROCESO DE SOLDADURA DE LA SOLERA

Después de un análisis de la descripción de la solera se procedió a su reparación que consistió en el soldeo de las parte afectadas por la rajadura para esto se hizo uso también de la soldadura INOX CW (soldadura ya especificada en el apéndice) de 1/8 pulg., primero se perforó con una broca de 1/4 pulg., al final de la rajadura, esto se hizo con el fin de evitar la continuidad de la rajadura, luego se biseló teniendo cuidado de que la rajadura desapareciera completamente, realizando la siguiente junta que se muestra en la figura siguiente **Figura 4.4**

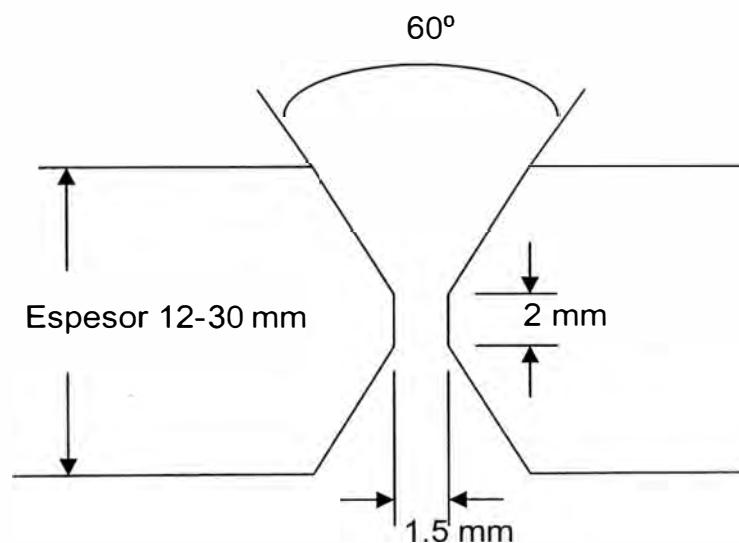


Figura 4.4 Forma de preparar la junta (en mm)

El soldeo se realizó con enfriamientos violentos esto se logró con la ayuda de paños humedecidos con agua fría por la siguiente explicación:

El acero inoxidable AISI 310 es un acero de alto contenido de Cromo y Níquel, que al producir el soldeo se producen calentamientos puntuales y esto a la vez produce un ciclo térmico que consiste en formar entre los 500 a

700°C los carburos de cromo que fragilizan al acero, es por eso que el enfriamiento debe ser inmediato y así poder disminuir la formación de este carburo. En la foto 4.4 se muestra como se va preparando la solera para su soldeo.



**Foto 4.4** Preparación del bisel en la bandeja para el soldeo

#### **4.6 MECANISMO DE VIBRACION**

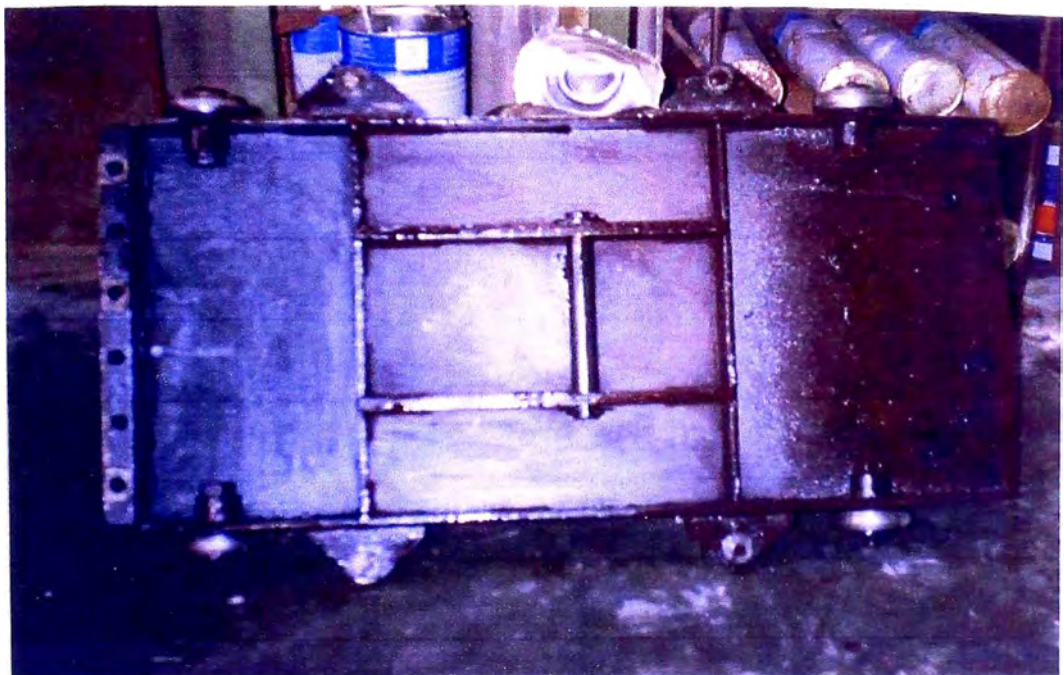
En el mecanismo de vibración se realizó el siguiente trabajo:

1. Se desmontó el moto reductor, y luego de revisar los elementos que lo conforman, y su limpieza general, se le agregó el aceite con el que va ha trabajar, se tuvo cuidado de no sobre pasar el limite de llenado, observando por el visor el cual tiene instalado en la carcaza de esta. El



aceite que se empleo fue adquirido de la Compañía TEXACO, el cual tiene la denominación de MEROPA 320, cuyas características técnicas se adjuntan en el **Apéndice B7**.

2. Se cambio la faja variadora por su similar equivalente, siendo estas de flancos abiertos y dentados que es la característica principal de la correa variadora cuyo código en OPTIBEL es el siguiente SUPER VX 2322 V 481 y esta indicado en el **Apéndice B8**.
3. Para los pernos de amarre entre la solera y la bandeja de alimentación se uso espárragos de grado 5, para lo cual se soldaron estos seis espárragos en la bandeja de alimentación, haciendo uso de una soldadura denominada INOX 29/9, cuyas características técnicas se adjuntan en el **Apéndice B9**. En la siguiente foto 4.5 se aprecia los agujeros de los pernos de amarre.



**Foto 4.5** bandeja de alimentación del mecanismo de vibración

## 4.7 TANQUE DE TEMPLE

La limpieza periódica es fundamental en el tanque, ya que de no haber un mantenimiento se podría acumular lodos a causa de la escoria del tratamiento térmico de las piezas, y esto generaría acumuladores de calor en el medio de temple perjudicando el tratamiento térmico, para esto se ha tomado en cuenta la instalación de una válvula de evacuación.

En este depósito se realizó su limpieza, cambios y adicionales que consistió en lo siguiente:

- Adaptación de una válvula esférica
- Cambio del sello de la puerta
- Limpieza general

### 4.7.1 Válvula de evacuación

Debido a que se hacía tediosa la limpieza del tanque, porque la compuerta de limpieza estaba 10cm encima del ras del piso del tanque se optó por la instalación de una válvula de 2 pulgadas de tipo esférica exactamente debajo del tanque para así poder realizar una mejor limpieza.

En la foto 4.6 se muestra apreciar la válvula de evacuación.



**Foto 4.6** Válvula de evacuación del tanque

Lo que se hizo fue simplemente realizar un corte en el fondo del tanque, para poder soldar en la parte inferior un codo de 2 pulgadas de diámetro, y así mediante un niple poder colocarle la válvula esférica, la cual nos permitirá poder evacuar con facilidad todo el lodo acumulado.

#### **4.7.2 Sello de la compuerta**

Al terminar el mantenimiento del tanque, se procedió al cierre de la compuerta pero no sin antes de colocarle el sello de hermeticidad que consistía en un jebe esponjoso que en el mercado se le conoce como FRISA ESPONJOSA, este a la vez va con un pegamento de adherencia, que también es un formador de empaquetadura.

Al cerrar la compuerta, se tuvo cuidado de que el apriete sea uniforme, esto se logra cuando la volante o tuerca de apriete tengan la misma distancia del extremo del espárrago.

#### **4.8 TORRE DE ENFRIAMIENTO**

El agua caliente proveniente del serpentín de enfriamiento del medio de temple, es enfriado por la torre de enfriamiento, la circulación de esta es por tuberías de fierro galvanizado, de 1 y 1 ½ pulgada tanto en el ingreso como en la salida de la torre. En la foto 4.7 se puede apreciar la torre de nuestra planta.



**Foto 4.7** Torre de enfriamiento de la planta.

Nuestra torre de enfriamiento, ya instalada en nuestra planta, es del tipo de tiro inducido en contracorriente operan retirando calor del agua mediante la evaporación de una pequeña cantidad de la misma. El calor retirado es el “Calor Latente de Evaporación”. El agua se sigue enfriando al transferir su calor a un flujo de aire movido en contracorriente por un ventilador axial.

La operación de esta torre es la siguiente: El agua caliente que ingresa a la torre por la conexión (1) es distribuida a pulverizadores (4). Estos dividen la masa de agua en gotas muy finas generando una gran superficie de exposición a un flujo de aire, en contracorriente y presión negativa, esta condición, permite la evaporación de una pequeña cantidad de agua. El calor latente de evaporación es tomado del resto de la masa de agua, enfriándola (primera etapa de enfriamiento).

El agua en su caída inunda el panel de intercambio (5), el flujo de aire en contracorriente al agua la enfría (segunda etapa de enfriamiento). Finalmente el agua enfriada se acumula en la poza de agua fría (3), y son enviadas al serpentín mediante la conexión (2). El aire que atraviesa la torre es movido por el ventilador axial (8). Las gotas de agua que podrían ser arrastradas al exterior, por el aire, son retenidas por un panel atrapa gotas (6), ubicado sobre los pulverizadores. Las gotas son devueltas a la masa de agua. El ventilador es movido por un motor eléctrico (7)

Los números entre paréntesis se refieren a la figura del **Apéndice B10**.

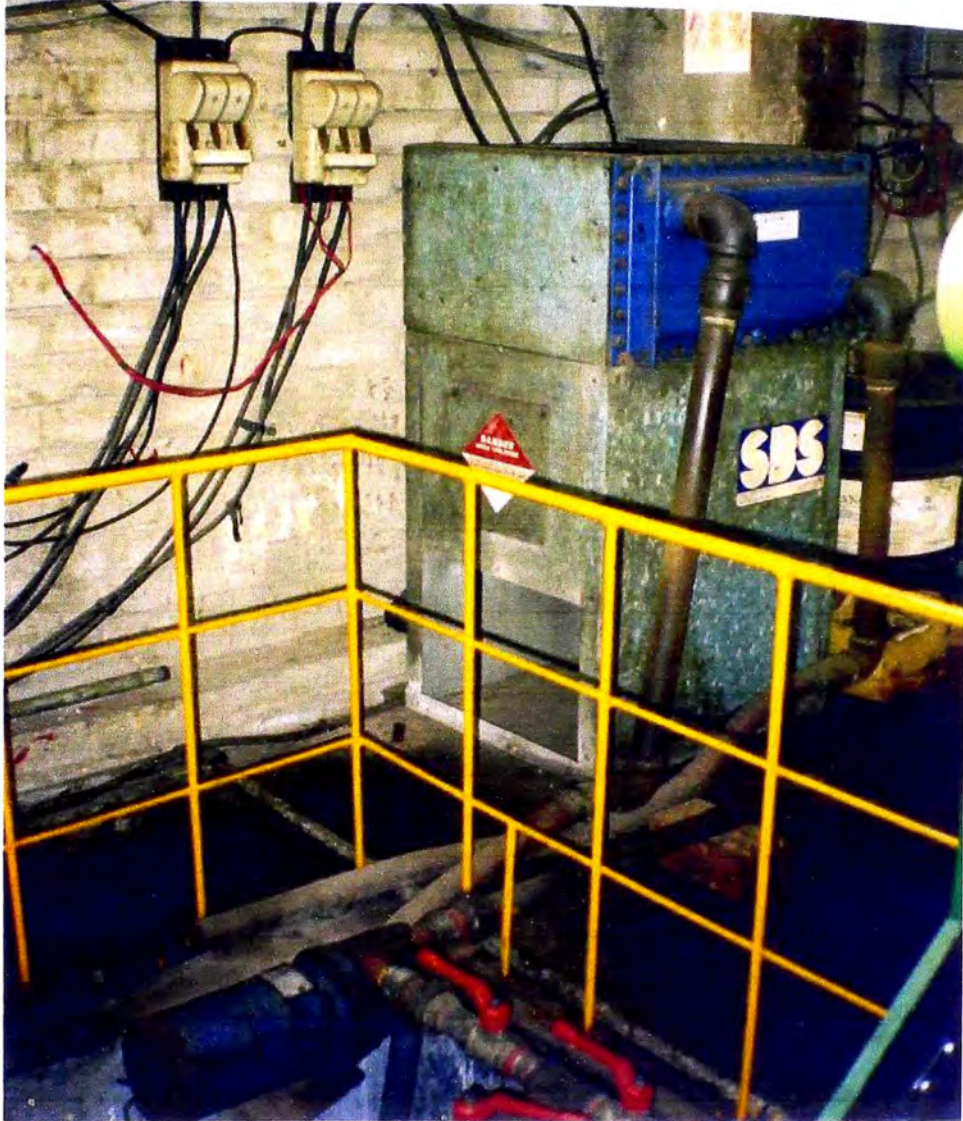
Las características de esta torre son:

Caudal de agua caliente limpia (tratada).....	240Lt/min. 64 GPM
Temperatura de agua: entrada/salida.....	50/30 °C
Temperatura de bulbo húmedo.....	24 °C
Potencia del motor.....	4 HP
Presión de entrada de agua.....	12 PSI
Operación continua a nivel del mar.....	24 Horas/día
Dimensiones generales de la torre.....	1.4x1.4x3.1 m

Cabe resaltar que, el horno eléctrico requiere solo enfriar un caudal de 40 Lt/min., como podemos darnos cuenta la torre tiene una capacidad de 5 veces mas el caudal solicitado, esto se debido a que abastece a varios hornos en la planta.

#### **4.9 RADIADOR DE ENFRIAMIENTO**

Este equipo, se instaló para ayudar el enfriamiento del medio de temple, y evitar posible recalentamientos, y solo se activa si se sobre pasa la temperatura máxima de trabajo del medio de temple. La foto 4.8, muestra el radiador de enfriamiento.



**Foto 4.8 Radiador de enfriamiento**

El funcionamiento consiste en lo siguiente: el medio de temple caliente ingresa y sale al radiador por conexiones de 3 pulgadas, en el interior del radiador esta provisto de dos camisetas, el liquido fluye de una camiseta a otra, y la comunicaci3n entre ellas es por medios de tubos de ¼ pulgada de diámetro, provisto con aletas de enfriamiento, la cual reciben un flujo de aire proveniente de un ventilador axial que esta instalado debajo de estos tubos. El motor que acciona al ventilador es de 2 HP 3450 RPM.

Este radiador fue diseñado según indicación de la placa características de fabricación para trabajar con agua, como con aceite sin producir daños al equipo, claro está que se le lleva su mantenimiento.

#### 4.10 TERMOCUPLAS

Las termocuplas se utilizan para la medición de temperaturas comprendidas entre 200 y 1400 °C, aunque en ocasiones se emplean para temperaturas bajas (hasta -200 °C) y altas (hasta 1700 °C).

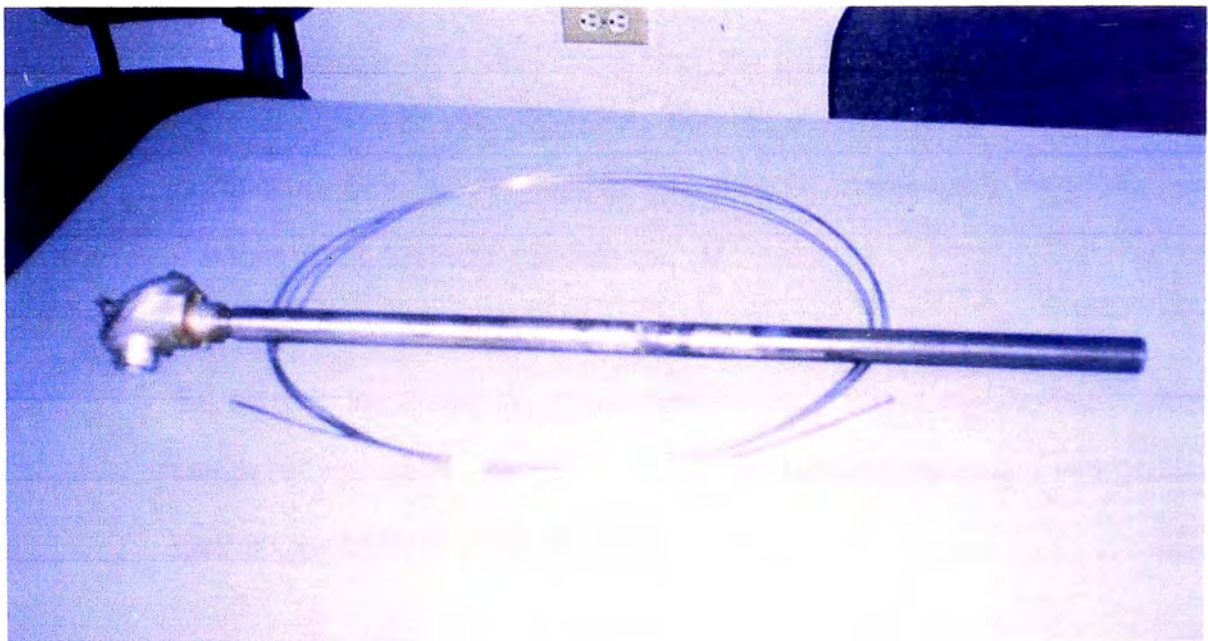
Están basados en la fuerza electromotriz que se produce al calentar un extremo soldado de un par de hilos o alambres metálicos de diferente composición, entre el extremo caliente y el extremo frío de dichos hilos. La fuerza electromotriz es proporcional a la diferencia de temperaturas entre la soldadura caliente y la soldadura fría de los alambres.

Las termocuplas más utilizadas son: cobre-constantan, hierro-constantan, chromel-alumel o níquel/cromo-níquel y platino-platino/rodio. El constantan es una aleación de 60 por 100 Cu, 40 por 100 Ni. El chromel 90 por 100 Ni, 10 por 100 Cr; y el alumel 94 por 100 Ni, 2 por 100 Al, 3 por 100 Mn y 1 por 100 Si. El porcentaje de rodio normalmente utilizado es 10 por 100. En la figura del **Apéndice B11**, se pueden ver los valores de las fuerzas electromotrices que se desarrollan al ser calentados a diversas temperaturas los extremos soldados de diferentes pares termoeléctricos, cuando la temperatura de las extremidades frías es de 0° C.



Son también importantes las cañas de protección de los termopares y los hilos de compensación, adecuados a cada tipo de termocupla, de unión entre este y el aparato de regulación. En el **Apéndice B12**, se adjuntan las características técnicas de las termocuplas.

De lo anteriormente explicado, en nuestro caso solo hemos usado dos tipos de termocuplas la primera del tipo "K" Cromel-Alumel, para medir la temperatura del horno cuyo rango de medición es de 0 a 1260 °C y la otra del tipo "T" Cobre-Constantan, para medir la temperatura del medio de temple cuyo rango de medición es de -184 a 370 °C. En la foto 4.9 se aprecia el alambre para la termocupla y la caña con su cabezal.



**Foto 4.9** Alambre y caña con cabezal de la termocupla

En el interior del horno hemos colocado 4 termocuplas 2 en la primera zona y 2 en la segunda zona, ya que el horno se encuentra dividido de esa forma por las resistencias de calentamiento, colocamos una demás en cada zona

por seguridad ya que si una de ellas fallara la otra nos controlaría la temperatura.

#### **4.10.1 Canas o vainas de protección**

Las termocuplas o pares termoeléctricos casi nunca se colocan desnudos en los hornos o lugares cuya temperatura se requiere medir, ya que conviene protegerlos con cubiertas o cañas de protección contra golpes o choques que podrían llegar a romperlos y evitar además en la medida que sea posible la acción perjudicial de los gases, vapores u otros cuerpos que pueden contaminar y llegar a destruir los alambres del termopar. Conviene advertir que al recubrir los termopares pierden sensibilidad.

Los termopares de chromel alumel y platino platino-rodio se comportan bien en atmósferas ligeramente oxidantes y se alteran en cambio en atmósferas reductoras.

En cambio los pares de cobre constantan y hierro constantan a altas temperaturas se conservan mejor en atmósferas neutras o reductoras que en atmósferas muy oxidantes.

Después de lo señalado en el uso de las cañas protectoras conviene también indicar que los dos hilos de los termopares se separan entre si con una serie de aisladores que impiden que se pongan en contacto. En el **Apéndice B13**, se adjunta la tabla de materiales mas usados para las cañas de protección

Nuestro horno fue diseñado par trabajar hasta los 1000 °C pero solo llegamos a elevar la temperatura hasta los 870°C, que es la temperatura máxima de trabajo que usamos para nuestro temple, el material que usamos fue acero inoxidable AISI 316, se fabricó un tubo, de una varilla de 1 pulgada de diámetro exterior y de 60 cm., de longitud, con un extremo cerrado y el otro abierto en el cual se le roscó a  $\frac{3}{4}$  pulgada NPT, que sirvió para unir este extremo con el cabezal de conexión.

#### **4.10.2 Aisladores Separadores del Termopar**

Como se menciona anteriormente los alambres del termopar no deben juntarse porque esto provocaría una mala lectura sin considerar los problemas que podrían ocurrir en el aparato de regulación.

La forma como mantendremos separado estos alambre es por medio de unos aisladores, que lo mandamos a fabricar del mismo material con el que se fabrico valga la redundancia el castable refractario Alta Alumina por ser este el adecuado para este tipo de trabajo.

En la foto 4.10 se muestra el aislador para la termocupla.



**Foto 4.10** Aislador cerámico del alambre para la termocupla

### **4.10.3 Cabezal de Conexión**

El cabezal de conexión tiene la finalidad de unir el termopar con el cable de extensión compensado, por intermedio de un conector cerámico interior que actúa como bornera. Tiene también la misión de hacer de soporte de la vaina de protección.

El tipo que hemos usado nosotros es el de Cabezal Tipo Americano, y el material de fundición de hierro, la rosca para el tubo de protección será de  $\frac{3}{4}$  NPT, en el **Apéndice B14**, se adjunta los materiales a usar y la figura del cabezal.

#### 4.10.4 Cables compensados

En las instalaciones industriales conviene situar los instrumentos de medida a bastante distancia del horno, por una parte para evitar que el calor del horno llegue a calentar el aparato y además también para tener los aparatos reunidos en un lugar desde donde se pueda realizar cómodamente la vigilancia de las temperaturas que se requieran controlar. Como no se puede pensar en prolongar los hilos del termopar, que suelen ser de 40cm a 1m de longitud, aproximadamente, porque suelen ser de metales de precios muy elevados y la instalación sería muy cara, es necesario elegir unos hilos que no modifiquen las medidas de temperatura. Esa unión no se puede realizar, como parece a primera vista con alambres de cobre, porque obtendríamos malos resultados.

Este inconveniente se evita uniendo extremos del termopar con los bornes del milivoltímetro por medio de los hilos compensadores de composición especial. Se suelen usar dos hilos de diferente composición, como cobre-níquel, cobre-constantan, etc..., según los casos, que son metales o aleaciones relativamente baratos, pero de una composición tal que las fuerzas electromotrices que se desarrollan al variar la temperatura en la unión de cada uno de esos hilos con los del termopar, sean iguales entre sí y de signos contrarios de forma que se anulen y introduzcan errores en la medida de temperaturas. En el **Apéndice B15**, se adjunta los datos técnicos de los cables de compensación.

Nosotros adquirimos el cable de compensación con las siguientes características:

- Metales :.....Chromel NiCr (+), Alumel NiAl (-)
- Calibre :.....2 x 20 AWG
- Aislamiento y cubierta de teflón
- Pantalla de platina (apantallado)
- Línea a tierra.
- Tipo.....KX/KC,
- Marca :.....MCC / Francia

En la foto 4.11 se muestra el cable de compensación.



**Foto 4.11** Cable compensado

#### **4.11 Fundaciones para el Tanque de Temple**

El tanque de temple se encuentra debajo del horno por diseño de fabricación, este va a recepcionar los pernos tratados, por lo tanto se tuvo que excavar para poder colocar el tanque por debajo del nivel del piso, las medidas de acabado que se le dieron son las siguientes:

Largo.....4.00 m

Ancho.....2.05 m

Profundidad.....2.10 m

Cabe mencionar que se le fabrico, con estructuras de aceros, en este caso fierro de construcción de  $\frac{1}{2}$  pulgada corrugado enmallados en todas las caras laterales y el piso del pozo. El acabado de la fosa se realizó con un cemento antifiltrante denominado sika que sirve para evitar filtraciones si hubiera una posible inundación, además en los extremos superiores se le fabrico un anclaje, que nos va a servir para anclar la base de la estructura del horno, cuya descripción es la siguiente; perfil en "C" de 8" x 11.5 lbs / pie.

#### **4.12 Control de la Atmósfera**

El control de la atmósfera nos llevó a la exigencia de usar un gas inerte como por ejemplo el Nitrógeno, en nuestro caso no hay exigencias en cuanto a la oxidación o descarburización que pueda tener las piezas templadas, es por eso que hemos optado a la no utilización del gas en nuestro caso el Nitrógeno, y usar el gas propano, el cual nos ha dado buenos resultados, primero por el alto

costo que requiere el Nitrógeno, y segundo porque nuestras piezas templadas salen con un acabado aceptable dentro de la norma, pero sobre todas las cosas, y para evitar una posible descarburización u oxidación le hemos instalado el gas propano aprovechando la instalación de gas que posee la empresa, esto se ha hecho con el simple objetivo de quemar el oxígeno del horno y del oxígeno circundante en la entrada y el interior, con esto se a logrado obtener piezas tratadas con excelente acabado superficial sin la necesidad de usar como se dijo anteriormente el Nitrógeno

Cabe mencionar que el uso de gas propano es solo cuando se realiza el tratamiento térmico de material de grado 8, o sea material de aceros aleados, o bonificados. En la foto 4.12 se muestra el quemado del gas propano.



**Foto 4.12** Combustión de gas propano en plena operación del horno.



## **CAPITULO 5**

### **MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA**

#### **5.1 GENERALIDADES**

A continuación describiremos de cómo se realizó el montaje, y ensamble del horno, además de las regulaciones y pruebas que se tuvieron que hacer para ponerlo en marcha, los procedimientos que se siguieron son propios de informaciones, conocimientos adquiridos en la profesión y de la experiencia por muchos años en la labor de la Ingeniería.

Para los montajes, izamientos, se usó el puente grúa de 5 ton, que se encuentra ya instalado en la planta, además del trolley pluma giratoria de 1 ton, que también se encuentra instalado, nuestro montacarga de 2 ton fue una ayuda muy importante y todos los equipos que se tuvieron que usar para el montaje. En el **Apéndice C1**, se muestra el esquema de montaje del equipo.

#### **5.2 TANQUE DE TEMPLE**

Una vez terminado el tanque de concreto, que se fabricó bajo el nivel del piso, se esperó 15 días calendario, para su secado y luego se procedió al montaje del tanque de temple, esto se logró con la ayuda del trolley del puente grúa, y cables de acero para proceder al descenso del tanque. Este

tanque de temple estará empernado sobre segmentos de perfil "H" de 8"x18 lbs/pie de 8" de longitud, las cuales a la vez se encuentran ancladas sobre el piso del tanque de concreto. Las medidas del tanque de concreto se dieron en el capítulo anterior. El tanque de temple estará ubicado en toda una esquina espaciado solo 5 centímetros de las dos paredes a la que esta casi apoyada, dando espacio en las otras dos paredes para poder transitar, y realizar el mantenimiento respectivo.

### **5.2.1 Serpentín de enfriamiento**

Una vez instalado el tanque se procedió a la instalación del serpentín de enfriamiento, este va anclado por pernos en una base que tiene el tanque de temple, esta base esta fabricada de ángulos de 2" x 2" x ¼ pulgadas, y está ubicada en la zona donde se va a succionar el líquido de temple para la recirculación, con el objetivo de enviarlo frío a la supuesta zona caliente, que es donde caen las piezas tratadas.

## **5.3 FAJA TRANSPORTADORA**

La maniobra de la faja transportadora se realizó con el uso del puente grúa y cables de acero, la faja se sujetó a los cables de acero, y el descenso se hizo muy lentamente de tal forma que la parte inferior de la faja caiga y encaje a los pernos de anclaje que se encuentran soldados en el fondo del tanque metálico, esto se logra maniobrando desde la compuerta del tanque que se encuentra abierta, una vez que se halla anclado en el tanque también se deberá empernar en la parte superior del tanque metálico, quedando totalmente fijo.

#### 5.4 HORNO

El horno es el elemento más pesado, que hay que levantar (aproximadamente 4.5 ton), para esta maniobra se tuvo que desmontar los tubos radiantes, la solera vibratoria, y la tapa posterior, logrando con esto dos cosas, primero aprovechar para el mantenimiento de estos elementos, y segundo para aliviar peso y poder facilitar su izaje y manipuleo.

El horno se ancló sobre unas vigas "H" de 4" x 2", y estas a la vez, se anclaron sobre una viga "C" de 8" x 2 ½ " las cuales están sujetas a los anclajes ubicados en los extremos del tanque de concreto mediante pernos.

Se tuvo mucho cuidado en instalar el horno perfectamente nivelado, de modo que la solera quede horizontal, haciendo uso de una regla larga de 3 metros y un nivel. En la foto 5.1 se muestra el anclaje



**Foto 5.1** Anclajes de las patas del horno y de la estructura mediante pernos

## 5.5 SISTEMA DE TUBERIAS

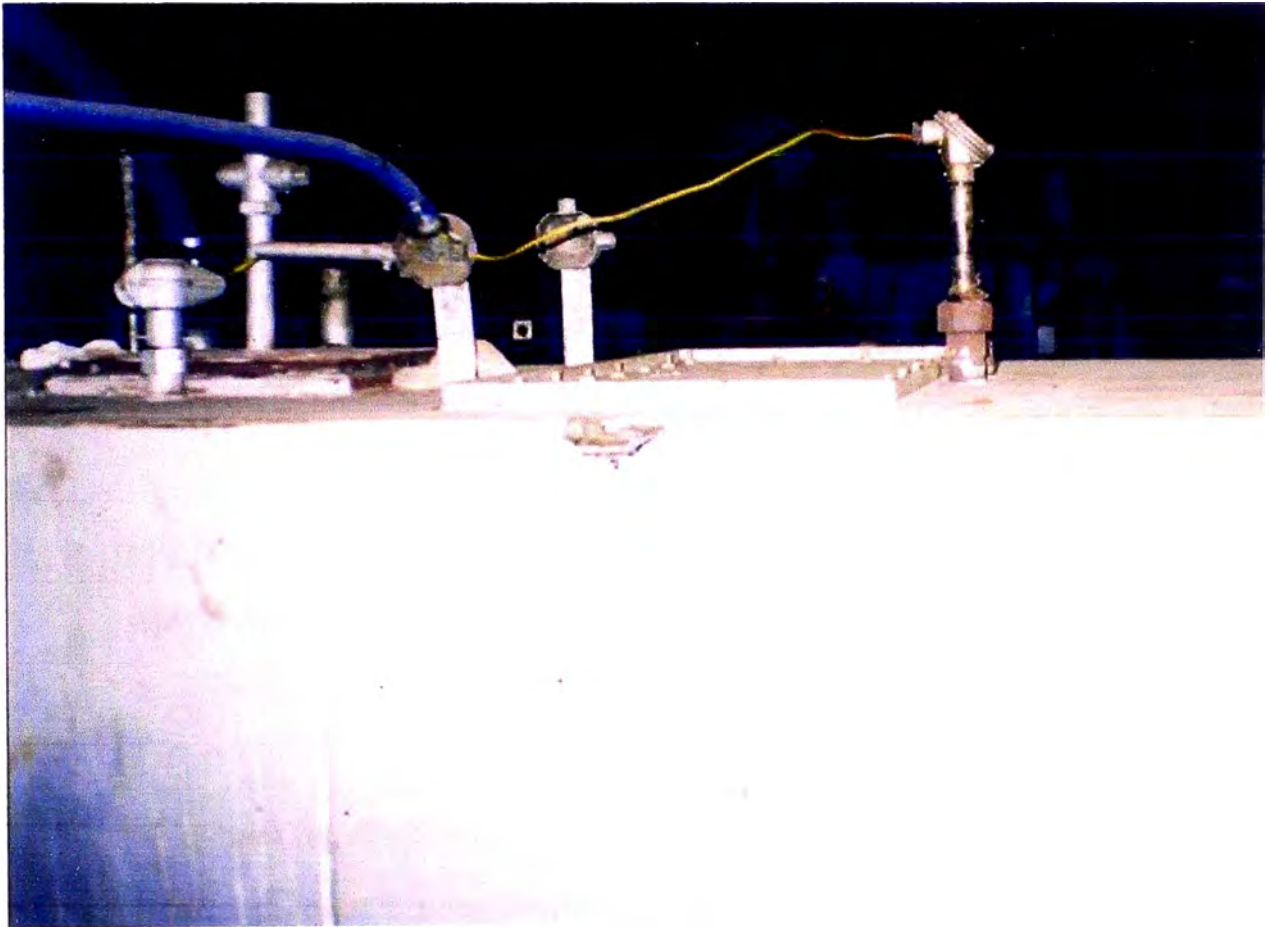
Es simplemente las conexiones que deben existir de un equipo o sistema a otro. Para las conexiones se usaron tuberías de fierro galvanizado, de igual forma para los accesorios fueron de hierro maleable galvanizado.

Los trabajos que se realizaron fueron; primero, realizar las conexiones del serpentín de enfriamiento con la torre de enfriamiento, mediante el uso de tuberías de  $\text{Ø } 1 \frac{1}{2}$ ", y uniones universales. En la entrada y salida del serpentín, se tomo del ramal, una línea para enviarla a la camiseta de enfriamiento del ducto de descarga. La bomba centrífuga de 2 HP, se ubico debajo de la torre de enfriamiento y se unió a la línea que va al serpentín, para impulsar el agua fría de la torre. Por ultimo, la recirculación, implica las conexiones de la otra línea que sale de la bomba de recirculación al radiador y a la salida del radiador las conexiones al ducto de descarga por la camiseta de recirculación, todo con tuberías de  $\text{Ø } 2 \frac{1}{2}$ ".

## 5.6 TERMOCUPLAS

Los termopares con sus cañas de protección se instalaron de la siguiente manera, deberán sobresalir de las paredes del horno de 4 a 6 veces el diámetro de la caña ósea de 4 a 6 pulgadas. El cable de compensación como ya se explico anteriormente consta de tres hilos que se conectaran cada uno con el correspondiente borne del termopar; y el otro a tierra, así mismo, los extremos opuestos del mencionado cable deberán embonarse precisamente a los terminales de la misma polaridad del pirometro.

En los terminales y en los cables, así como en los termopares, va indicada la polaridad por medio de colores o signos convencionales, los cables de compensación no deberán tocar por ningún motivo las paredes del horno. En la foto 5.2 se encuentra el montaje de la termocupla.



**Foto 5.2** Termocuplas en pleno montaje

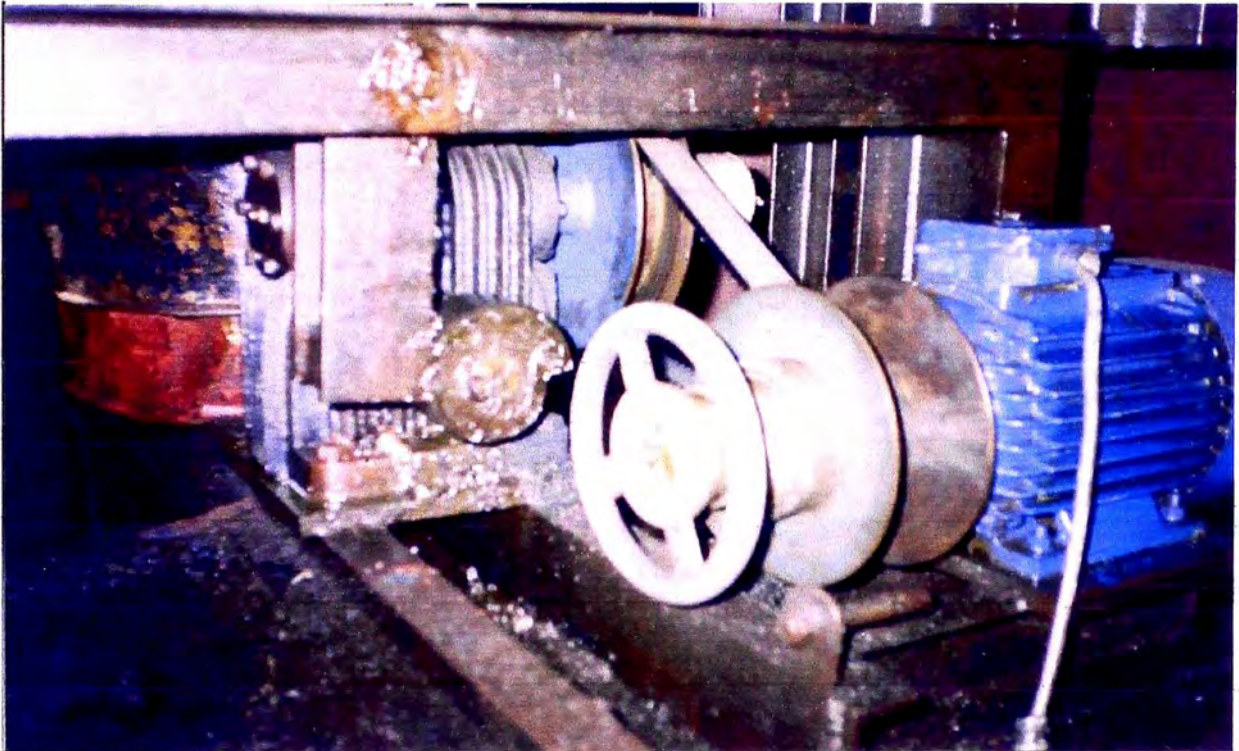
## 5.7 MECANISMO DE VIBRACION

El mecanismo de vibración como se ha dicho en los párrafos anteriores es de accionamiento mecánico; este se ancló sobre el piso, el cual está provisto con 4 espárragos de  $\varnothing 5/8$  pulgadas de diámetro de acero grado 5, sobre el cual se va a amarrar el equipo de accionamiento vibratorio, se debe tener en cuenta que la nivelación es muy importante para el avance uniforme de las piezas sobre la solera.

El motor se pone en marcha accionando el interruptor, situado en el panel de control, y el número de golpes o impulsos de la solera se gradúa actuando el volante de accionamiento del variador de velocidad, colocado en la parte delantera del mecanismo de vibración.

El número de impulsos o golpes es función, naturalmente, del tiempo de permanencia deseado para las piezas a tratar, tiempo que a su vez depende de la forma, dimensiones y temperatura de tratamiento de dichas piezas.

Se deberá regular con mucho cuidado la presión del resorte sobre el rodillo y la leva porque si esta presión es muy elevada se produce un desgaste excesivo de la leva y, si es muy pequeño, el retroceso de la solera es insuficiente y el avance de las piezas sobre ella es demasiado lento. En la foto 5.3 se muestra la volante de regulación.



**Foto 5.3** Volante de regulación de velocidad para la vibración

## **5.8 MEDIO DE TEMPLE**

Nuestra producción implica la utilización de dos medio de temple, el agua y el aceite, esto es debido a que nuestras piezas a templar son pernos, tuercas y arandelas de aceros de diferente calidad y grado, como por ejemplo, SAE 1035, 1038, 1040, 1045, 1060, 4140, 4340. etc., por esta variedad de calidades es que nos vemos en la necesidad de usar estos dos medios de temple.

El agua se calienta durante el temple, y es enfriado mediante el serpentín de enfriamiento, y si no llegara este a bajarle la temperatura, el sensor o termocupla que tiene en la parte inferior, el medio de temple, activaría el ventilador del radiador, con el cual definitivamente se lograría bajar la

temperatura del medio de temple, Conviene que la temperatura oscile entre 20° y 25°, pues si la temperatura es superior a 35°, se prolongaría exageradamente la primera etapa de enfriamiento, lo que es un gran inconveniente, porque con ello disminuye la velocidad de enfriamiento en la zona de 750°-500° y se favorece, sobre todo en los aceros de poco poder templante, la formación de estructuras blandas.

El aceite que usamos para el temple es un aceite que se adquiere de Texaco, denominado CANOPUS 19, y es un aceite parafínico con una temperatura de inflamación por encima de los 200°, que lo hace ideal para nuestro uso, los mejores aceites para el temple son los aceites minerales obtenidos en la destilación fraccionaria del petróleo, preparando ya en la actualidad muchas destilerías algunos tipos, especialmente fabricados para el temple de los aceros. Cabe mencionar que existen aceites con mayores aditivos que lo hacen mucho más ventajoso con respecto al Canopus pero la exigencia de nuestro tratamiento no lo justifica, ya que además el costo cumple también un papel importante, en la elección del aceite. En el **Apéndice C2**, se adjunta las especificaciones técnicas del Canopus 19.

Con respecto al uso de cada medio de temple, procedemos de la siguiente manera; cuando usamos el agua para el temple y queremos cambiar a aceite simplemente vaciamos al desagüe el agua y llenamos el tanque con aceite que tenemos almacenado en el tanque del horno de sales que tiene un 10% de volumen mas que el del horno eléctrico, claro ayudados con una bomba periférica, estos cambios no son muy frecuentes debido a que tiene que haber un buen lote acumulado de grado 8 para que se realiza dicho cambio.



## 5.9 PANEL DE CONTROL

Nuestro equipo consta de dos paneles de control el primero es una caja metálica fabricada con planchas de fierro comercial de 1/16 de pulgada, y de las siguientes dimensiones, un ancho de 1200 mm., alto de 1800 mm., y una profundidad de 450 mm., esta constituida por todos los instrumentos, y accesorios de control del horno.

El horno por diseño de fabricación se encuentra dividido en dos zonas de calentamiento, como ya se explico en capítulos anteriores se reitera esto porque en la lista que a continuación se describirá se duplica algunos accesorios, que son los siguientes:

- 02 Pirómetros digitales de regulación de la temperatura, una para cada zona
- 01 Pirómetro analógico que mide la temperatura del medio de temple.
- 02 Contactores de 100 amperios c/u, para las resistencias divididas en dos zonas
- 02 Contactores de 25 amperios c/u, para el motor del mecanismo de vibración y el motor del radiador de enfriamiento.
- 01 Interruptor general de seguridad, para el apagado total del horno
- 05 Interruptores de encendido 2 para las zonas de calentamiento, una para el mecanismo de vibración, una para el radiador, y la otra para encendido de pirometros
- 04 Lámparas de señalización, 2 para la resistencia, y 2 para los pirometro

En la foto 5.4 se muestra el panel principal de mando.



**Foto 5.4** Panel principal de control y mandos

El otro panel de control que se encuentra exactamente anclado en la faja transportadora, también fue fabricado de fierro comercial de 1/16 de pulgadas de espesor y tiene las siguientes dimensiones de 600x500x250 mm, y tiene los siguientes accesorios e instrumentos:

- 01 Interruptor general, de encendido y apagado
- 01 Interruptor de encendido y apagado de la faja transportadora
- 01 Interruptor de encendido y apagado de la bomba de recirculación
- 01 Interruptor de encendido y apagado de la bomba del serpentín de enfriamiento.
- 03 Contactores de 25 amperios c/u, para la bomba de recirculación, del serpentín de enfriamiento, y de la faja transportadora.
- 04 lámparas de señalización, para las dos bombas, para la faja de transporte y para energización del tablero.

Continuación en la foto 5.5 se muestra el panel chico, que se encuentra adherido a la faja transportadora.



**Foto 5.5** Panel secundario de control anclado a la faja transportadora

El panel de control mas grande se ha montado cerca al horno a 1.3m aproximadamente, de forma que pueda ser visto con facilidad por el operador, quedando así este fuera de vibración alguna que puedan dañar al instrumento de control.

#### **5.10 PUESTA EN MARCHA**

El equipo es fácil de operar, pero para esto se tuvo primero que hacer regulaciones y la marcha de prueba, que es el requisito para dejar el horno en óptimas condiciones de funcionamiento.

Para poner en funcionamiento el horno sigamos las instrucciones que a continuación se citan:

1. Desactive el interruptor general de seguridad
2. Active el interruptor de los Pirometros, verifique que se enciendan las lámparas de señalización
3. Póngase el pirómetro a la temperatura deseada del horno
4. Póngase el pirómetro a la temperatura deseada del medio de temple
5. luego active el interruptor del mecanismo de vibración
6. Regule en le mecanismo de vibración el avance del material girando la palanca, y alimentando con una pequeña cantidad de pernos en la bandeja de alimentación.
7. Póngase en posición activado los dos interruptores de las resistencias, verifique que se enciendan las lámparas de señalización.
8. Verifique que la temperatura este subiendo, esto es una señal que todo esta andando bien
9. Encienda la bomba de recirculación en el otro panel de control.
10. De igual forma encienda la bomba del serpentín de enfriamiento.
11. Verifique que las lámparas de señalización estén encendidas.
12. El radiador solo se encenderá si se sobrepasa la temperatura del medio de temple.

### **5.10.1 Parada**

Para detener el funcionamiento del horno solo síganse en orden inverso las operaciones descritas anteriormente, es decir apague las bombas, apague las resistencias, y luego los pirometros, para finalmente activar el interruptor de seguridad, que es el que evita que se encienda cualquier instrumento o mecanismo, por error o accidente.

## **5.11 PERÍODO DE SECADO**

Al poner en marcha por primera vez en nuestra planta el horno, es indispensable, que al encenderlo se mantenga en 100 °C por 8 horas y luego subir la temperatura de 50 en 50 grados centígrados hasta los 950 °C que es la temperatura donde se logra la liga cerámica del refractario reparado.

En ningún momento deberá la temperatura de funcionamiento rebasar la consignada en la placa del horno, que de 1000 °C

## **5.12 CARGA Y DESCARGA**

La carga y descarga de las piezas a tratar sobre el horno, puede hacerse a mano o con la ayuda de un cucharón; en todo caso debe permitirse que las piezas a tratar caigan sobre la solera o bandeja del horno.

Una vez que por efecto de las vibraciones de la solera, las piezas han recorrido toda la longitud de esta, caen por el túnel de descarga al tanque de enfriamiento en el cual son recibidas por la faja de transporte, para

finalmente salir a la superficie y caer en una cesta o contenedores. En la foto 5.6 se muestra la forma en que se ha alimentado la bandeja con material.



**Foto 5.6** Bandeja alimentada con pernos en pleno tratamiento

## **CAPITULO 6**

### **MANTENIMIENTO**

#### **6.1 GENERALIDADES**

El Mantenimiento es la función empresarial a la que se encomienda el control constante de las instalaciones así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento continuo y el buen estado de la conservación de las instalaciones productivas.

La conservación del equipo es muy importante, para esto se ha implantado su respectivo Mantenimiento Preventivo, este mantenimiento juega un papel muy importante para la vida útil del Horno, ya que sin estos definitivamente su vida útil sería mínima. Este consta de proceso de servicios periódicos (rutinarios) al equipo. Este puede ser desde una rutina de lubricación hasta la adaptación, después de un determinado tiempo, de piezas o componentes. El intervalo entre servicios puede ser en horas de operación número de cambios de operación, en tiempo (horas, días, semanas, meses, etc). Una vez que se ha establecido el programa, se chequea para verificar si el intervalo fijado es el correcto. Por tanto a continuación describiremos las tareas y actividades que se están realizando en el horno, y la programación del Mantenimiento Preventivo que se está llevando a cabo, a la cual también se ha implementado su respectivo historial de mantenimiento correctivo.



## 6.2 MANTENIMIENTO RUTINARIO

Las tareas de rutina de este mantenimiento preventivo que se efectúan en el horno se pueden definir como las actividades SISTEMATICAS para realizar lo siguiente:

- Limpieza
- Lubricación
- Inspección
- Prueba
- Ajuste
- Servicio
- Reparaciones menores.

Con la finalidad de mantener al equipo en perfectas condiciones de operación. Cada tarea normalmente nos toma pocos minutos, por eso se vigila constantemente que no se quede sin grasa, y aceite el mecanismo de vibración, faja transportadora, etc.

### 6.2.1 Mecanismo de vibración

El reductor de velocidad deberá contener el aceite necesario en la carcasa manteniendo su nivel, que puede ser fácilmente observado por el visor instalado en la carcasa, para que en ningún momento la corona del reductor quede fuera del mismo.

Se engrasara una vez al día los ejes del husillo y corona mediante los engrasadores de que van provisto, así como el eje de levas de accionamiento de la solera.

### **6.2.2 Faja transportadora**

De igual forma se vigilara el nivel de aceite del reductor de velocidad de la faja trasportadora. Y también se engrasara una vez al día la cadena, piñones y catalina de dicho transportador

La caída del material tratado puede producir daños a la faja, como también suele atorarse los pernos pequeños en la cadena, por este hecho, en cada faena de trabajo se deberá revisar cuidadosamente la faja transportadora.

### **6.2.3 Torre de enfriamiento y medio de temple**

El agua usado por nosotros para el sistema de refrigeración y solo en el caso que se use como medio de temple, produce en la superficie de refrigeración y en el mismo tanque de temple, incrustación y corrosión, además de formar algas, y desarrollarse microorganismos que perjudican, nuestro equipo, para esto se ha recurrido a la utilización de compuestos químicos multifuncional que va hacer que se eviten dichos problemas.

El agua de La torre de enfriamiento y el medio de temple tienen un mantenimiento rutinario de 2 veces por semana que consiste en

agregar 100 gramos del compuesto químico por cada metro cubico de agua, estos compuestos son los siguientes:

**HISA 1227.** Compuesto químico que evita las incrustaciones y la corrosión.

**HISA1426.** Compuesto químico que evita la formación de algas, limos, y microorganismo.

La información acerca de estos compuestos se da en el **Apéndice D1**, donde hemos adjuntado las especificaciones técnicas de dicho producto.

Con respecto a la lubricación y engrase de los motores de los ventiladores, tanto de la torre de enfriamiento como del radiador de enfriamiento este se realiza una vez al día, y normalmente al empezar la faena laboral, se realiza todas estas operaciones para evitar retrasos y paradas que perjudiquen a la producción.

### **6.3 MANTENIMIENTO GLOBAL PROGRAMADO**

Este mantenimiento en el horno consta de actividades que usualmente involucran:

- Parcial desmantelamiento del equipo
- Empleo de varias herramientas
- Reemplazo de numerosas partes o componentes
- Alto nivel de habilidad del personal de mantenimiento
- Mucho más tiempo que las tareas rutinarias

- Planificación del Mantenimiento
- Programa del equipo para una parada planificada
- Prueba de funcionamiento del equipo.

### **6.3.1 Termopares**

Periódicamente, o mejor dicho cada mes se desmonta los termopares para comprobar el grado de oxidación de los hilos que los constituye, con lo que evitaremos inoportunas roturas que puedan perjudicar a las cargas. También las cañas del pirómetro se comprueban una vez al mes y si se encuentra en malas condiciones, hay que reemplazarlas de inmediato.

Cuando se hayan desconectado los hilos de la termocupla se deberá tener cuidado de no invertir la polaridad al volver a conectarla.

### **6.3.2 Panel de control y regulación**

El panel de control del horno se revisa cada mes, este consta principalmente del sistema de regulación de la temperatura, en el cual se programa la temperatura de trabajo.

De igual manera se deberá tener cuidado de no invertir la polaridad de los cables procedentes de la termocupla.

La avería más frecuente del equipo eléctrico suele ser que se quemen las bobinas de los contactores a causa de las oscilaciones en la

tensión de alimentación, principalmente por tensiones demasiado bajas.

Es preciso por eso verificar el estado de los contactos de los contactores y rellenarlos o sustituirlos cuando, por causa del chisporroteo, se hayan desgastados, para eso debemos mantener siempre las superficies en buenas condiciones.

### **6.3.3 Resistencias**

El desmontaje de las resistencias implica el desmontaje del tubo radiante pero antes de esto se procederá primero a la verificación de la continuidad de la resistencia para verificar sus condiciones, esta actividad se realiza con una periodicidad de seis meses.

En caso de detectar falla en la resistencia se procede a desmontar del interior del tubo radiante, con mucho cuidado sin deteriorar los soportes cerámicos, los paquetes de resistencias, y a continuación el cambio respectivo de dicho paquete.

Al desmontar el paquete de resistencias deterioradas del tubo radiante se descartará toda la resistencia en su totalidad pero sin romper los soportes cerámicos ya que estos se volverán a usar, solo en caso de estar en buenas condiciones y no presentar ninguna fractura.

#### 6.3.4 Tubos Radiantes

También se pondrá extremo cuidado en la revisión del tubo radiante ya que este puede estar deformado u ovoide, para lo cual se procederá a su cambio, si se encontrara dicho defecto, el periodo de mantenimiento es de 6 meses.

Las fallas que se han podido notar con mayor frecuencia son que cuando se procede al desmontaje del tubo radiante se ha encontrado pernos encima del tubo, esto provoca que no haya una buena transferencia de calor, por lo cual la temperatura demora en llegar en el hogar, y a la vez fuerza a las resistencias a dar mas calor y por ende a deformar el tubo y quemar las resistencias, en la foto 6.1 se observa una porción de pernos semi fundidos que se encontró encima de los tubos.



**Foto 6.1** Pernos semifundidos encontrados sobre los tubos radiantes en el interior del horno

### **6.3.5 Horno**

Cuando hablamos en este caso del horno nos remitiremos solo al hogar y todo lo que se encuentra dentro del hogar.

Con una periodicidad de seis meses se destapará por la parte posterior del horno y se revisará con mucho detenimiento las partes refractarias del hogar verificando que no haya daños, como ladrillos caídos o movidos, ni los anclajes de la base de la solera deformados o rajados, soportes de los tubos radiantes quebrados o desalineados.

### **6.3.6 Solera**

La solera como ya se dijo, es el medio de transporte del material a tratar, por eso es importante que se tenga mucho cuidado en la revisión de este, ya que la nivelación de este cumple un papel muy importante.

La periodicidad es de seis meses, y consta de desmontarlo en su totalidad desmontando previamente el mecanismo de vibración, ya que esta solera se recomienda extraerla por la parte delantera. Después se verificara que no haya deformaciones que provoquen desniveles y la mala circulación del material, como también el chequeo de rajaduras u otros daños que se encuentren en la solera.

Los soportes de la solera también serán revisados ya que estos son prácticamente los rodamientos de la solera.

### **6.3.7 Tanque de temple**

Los residuos del tratamiento térmico que se depositan en el fondo del tanque generan una mala refrigeración del medio de temple, ya que estos son acumuladores de calor, también dicho lodo se acumula en el serpentín de refrigeración impidiendo que este cumpla su función de refrigerar.

El mantenimiento del tanque se realiza cada seis meses, y consiste en desmontar primero el horno que se encuentra encima de él, previamente habiendo desmontado el mecanismo de vibración, para así desmontar la faja de transporte de extracción quedando solo en el tanque con el serpentín de refrigeración, ahora este se desmonta desde las uniones universales con las que se encuentra ligado. Una vez completamente desmontado el tanque se procederá a recoger el lodo desde la válvula de evacuación abriendo dicha válvula, una vez evacuado este se procederá a abrir la compuerta del tanque para poder ingresar y así realizar su completa limpieza, de igual forma una vez desmontado el serpentín se le lavará con agua presurizada para así obtener una buena limpieza.

## **6.4 PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO**

El programa de mantenimiento se lleva a cabo previa coordinación con producción, este programa se basa en el control registrado en el documento del Historial de Mantenimiento. Los datos que nos están ayudando para tener definitivamente un periodo de mantenimiento establecido, son los que se registran en el informe diario del mantenimiento, estos se adjuntan en el



**Apéndice D2**, gracias a estos documentos es que se puede llevar la cuenta de cuando se requiere dicha parada para su mantenimiento, normalmente es de cada seis meses el mantenimiento general del horno, unos días mas o unos menos, es consecuencia de la producción en la planta.

## **CAPITULO 7**

### **EVALUACION DE COSTOS**

#### **7.1 GENERALIDADES**

Es conocido que el cálculo de costos es un punto importante en la gestión de toda empresa. Pero en la mayoría de las pequeñas industrias, lo referente a costos es uno de los puntos débiles de la administración.

Los costos son realmente el punto quizás más importante en un proyecto, ya que de ellos depende la realización de éste.

La instalación de este equipo implicó un costo de inversión, el ahorro que se obtendrá al no contar ya con el servicio a terceros servirá para recuperar lo invertido, y también para bajar el costo de producción del producto, que es el objetivo de este trabajo, es importante saber también el tiempo que se tomará para recuperar lo anterior mencionado.

Esta comparación de costos va a reflejar realmente cuanto se bajara el costo de producción de nuestros productos, en nuestro caso pernos, tuercas, arandelas, etc.

En este capítulo se dará un detalle minucioso de todos los gastos realizados, y luego se procederá hacer la comparación de costos con el servicio a terceros, para finalmente determinar cuanto se ha bajado el costo de producción de nuestros productos

## 7.2 REPORTE DE COSTOS

El horno adquirido fue comprado dentro de un lote de maquinarias, para obtener el costo unitario de este horno se le a estimado un valor, dentro del lote, este valor es obtenido de acuerdo a la experiencia propia en la compra de equipos, ha este costo se le tiene que agregar el flete, seguro, aduanaje, despacho, supervisión, y otros gastos que se tuvieron que realizar para la adquisición del horno. En el **Apéndice E1** se adjuntan el costo del lote de maquinarias.

Después de haber realizado el estimado para obtener el costo solo del horno se da ya el costo final de la adquisición puesto en nuestra planta, en condición inoperativa, que es el siguiente:

COSTO DEL HORNO EN NUESTRA PLANTA.....\$ 15,000

A esto se le tiene que agregar el costo del mantenimiento que implicó ponerlo operativo, cabe mencionar, su mantenimiento correctivo y puesta en marcha.

En **Apéndice E2**, se muestra una tabla donde se observa detalladamente estos gastos realizados para la reparación y puesta en marcha, quedando así listo para determinar el costo de producción del tratamiento térmico,

en nuestra planta. En el **Apéndice E3**, se muestra los costos de algunos accesorios y repuestos para el mantenimiento.

### 7.3 RESUMEN FINAL DE COSTOS

Ahora procederemos a determinar el costo del horno en nuestra planta pero operativo, para esto solo tenemos que sumar el costo del horno puesto en nuestra planta Inoperativo, mas el costo del mantenimiento correctivo y puesta en marcha, arrojándonos el siguiente resultado:

COSTO DE LA ADQUISICION DEL HORNO (En planta).....	\$ 15,000.00
COSTO DEL MANTENIMIENTO (Para puesta en marcha)...	\$ 6,531.94
<b>COSTO FINAL DEL HORNO.....</b>	<b>\$ 21, 531.94</b>

Por ultimo se realizara el cálculo del costo del tratamiento térmico. Para ello se ha tomado todos los datos de producción y contabilidad, arrojándonos los siguientes resultados.

#### COSTO DEL TRATAMIENTO TERMICO (Calculados en un día)

Energia Electrica.....	\$ 21.14
Gas Propano.....	\$ 8.10
Aditivos Quimicos.....	\$ 2.13
Mantenimiento Rutinario.....	\$ 1.10
Mantenimiento Preventivo.....	\$ 1.28
Área de Trabajo.....	\$ 0.64
Mano de Obra.....	\$ 10.97
Gastos Varios (otros).....	\$ 1.02
	<hr/>
<b>COSTO DE PRODUCCION DEL TRATAMIENTO.....</b>	<b>\$ 46.38</b>

Costo de Producción del Tratamiento térmico.....	\$ 46.38
Gastos Administrativos (15 %).....	\$ 6.96
Gastos Financieros (5%).....	\$ 2.32
Gastos de Venta (4%).....	\$ 1.86
Utilidad (30%).....	\$ 13.91

---

COSTO DEL TRATAMIENTO TERMICO..... 71.43 \$/ día

La producción de un día de trabajo en el horno es de 1500 Kg., osea se llega a realizar el tratamiento térmico a 1.5 toneladas ya sea de Pernos, Tuercas o Arandelas, con este dato obtendremos el costo por Kilo del tratamiento térmico de la siguiente manera:

$$71.43 \text{ \$/dia} / 1500 \text{ kg/dia} = 0.0476 \text{ \$/ Kg.}$$

COSTO DEL TRATAMIENTO TERMICO = 0.0476 \$ / Kg.

Ahora el costo por servicios de tratamiento térmico que se estuvo pagando a terceros es el siguiente:

COSTO DEL TRATAMIENTO TERMICO A TERCEROS = 0.2 \$ / Kg.

Calculemos la diferencia de costos y el ahorro obtenido para luego proceder al cálculo de la recuperación del dinero invertido en la compra del equipo:

$$0.2 \text{ \$/kg} - 0.0476 \text{ \$/kg} = 0.1524 \text{ \$/ Kg.}$$

Por lo tanto el ahorro que se ha obtenido en el tratamiento térmico es de:

$$0.1524 \text{ \$ / Kg.}$$

Calculemos ahora el ahorro por día para calcular después el tiempo en que se recupero lo invertido para la adquisición del equipo:

$$0.1524 \text{ \$/kg} \times 1500 \text{ kg/día} = 228.6 \text{ \$ / día}$$

Ahora los días para recuperar lo invertido en el horno (trabajando el horno en forma continua) son:

$$21,531.94 \text{ \$} / 228.6 \text{ \$/día} = 94.19 \text{ días}$$

El horno cuando se prende ya no se apaga hasta el fin de semana, esto es debido a lo siguiente, el calentamiento del horno para llegar a la temperatura de trabajo toma un tiempo de 6 horas, aproximadamente que es bastante tiempo muerto y que además se consume energía eléctrica. Esto nos lleva a dos cosas, primero que el horno solo se prendera si hay material para tratar térmicamente, y segundo, si no hubiera material suficiente que abastezca al horno por una semana de trabajo, simplemente no se prende esa semana, se explica esto porque el tiempo que se ha calculado para la recuperación de la inversión es función de los días en los que se encuentra prendido el horno, la experiencia nos ha llevado a determinar que el factor del tiempo es de 1.5.

O sea;  $94.19 \times 1.5 = 141.28$  días laborables.

Ahora un mes calendario tiene 25 días laborables

Entonces  $141.28 / 25 = 5.65$  meses.

La inversión en la compra del horno se ha recuperado en **6 meses**.

## **CONCLUSIONES**

1. La implementación del horno de tratamiento térmico en la empresa bajó notablemente los costos de producción en el proceso de tratamiento térmico en un 75% generando esto un ahorro de 0.1524 \$/kg.
2. Las entregas y despachos de nuestros productos se ha reducido al 50% cumpliendo con las fechas de entrega eficientemente.
3. Se ha logrado llevar un mejor control de calidad del producto porque antes de la implementación, el tratamiento térmico realizado por terceros presentaban defectos debido a las diferentes calidades de material utilizado.
4. La inversión se recuperó en seis meses, pudiendo haber sido en menos tiempo, esto es debido a que habían semanas en que no se prendía el horno por falta de producto a tratar que justificaran su encendido.



## BIBLIOGRAFIA

**ASTIGARRAGA URQUIZA, Julio.** *Hornos Industriales de Resistencias.*

Editorial Nomos S.A. – Colombia, 1999

**DE LA POZADA LLEIDA, José Maria.** *Hornos para Tratamiento de los metales.*

Barcelona – España, 1994

**D.M.K. de Grinberg.** *Tratamientos térmicos de aceros y sus practicas de*

*Laboratorio.* Editorial Limusa, S.A. – México, 1994

**APRAIZ BARREIRO, José.** *Tratamientos térmicos de los aceros*

Madrid – España, 1971

**MORELA SOLA, Pere.** *Tratamientos térmicos de los metales*

Editorial Marcombo, S.A. – Barcelona – España, 1991

**HANS STUDEMANN.** *Tratamientos térmicos de los aceros*

Editorial Urmo S.A.- Bilbao – España, 1982

**EUGENE A. AVALLONE, THEODORE BAUMEISTER II.** *Manual del Ingeniero*

*Mecánico. Vol I.* McGraw-Hill, 1998

**GUINEA HERMANOS INGENIEROS, S.A.** *Manual de instrucciones del horno*

*Eléctrico.*

Rodríguez Arias, 4, 2. ° - Bilbao España, 1960

**PROFESORES DEL AREA DE MATERIALES.** *Materiales de fabricación I, UNI,*

*EM 513, 1987.*

**ACEROS BOHLER.** *Manual de Aceros Especiales. Diciembre de 1995*

**OERLIKON.** *Manual de Soldaduras Especiales, Edición 2001*

**TEXACO.** *Manual de Productos. Edición 1999.*

**ANDRADE ESPINOZA, Simón.** *Costos y Presupuestos, Editorial Lucero S.R.L*

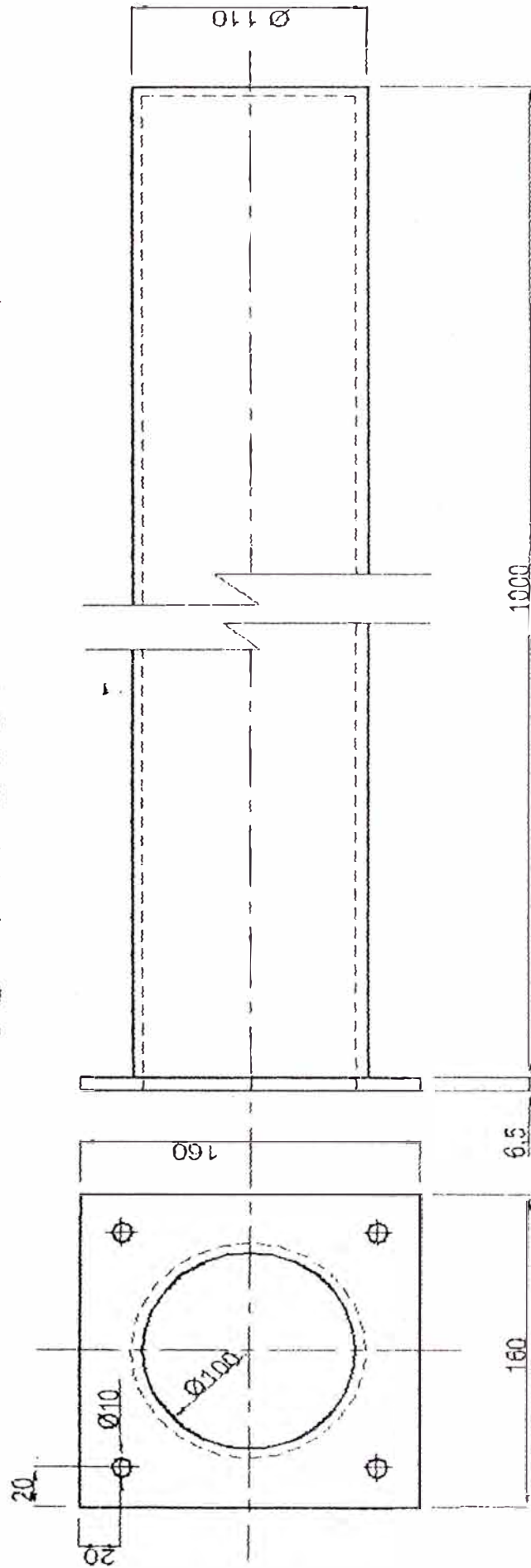
*Lima – Perú. 2002.*

**SENATI.** *Folleto del Curso Hora Maquina. Publicaciones 1995, Lima – Perú.*

# **APENDICE**

# APENDICE A1

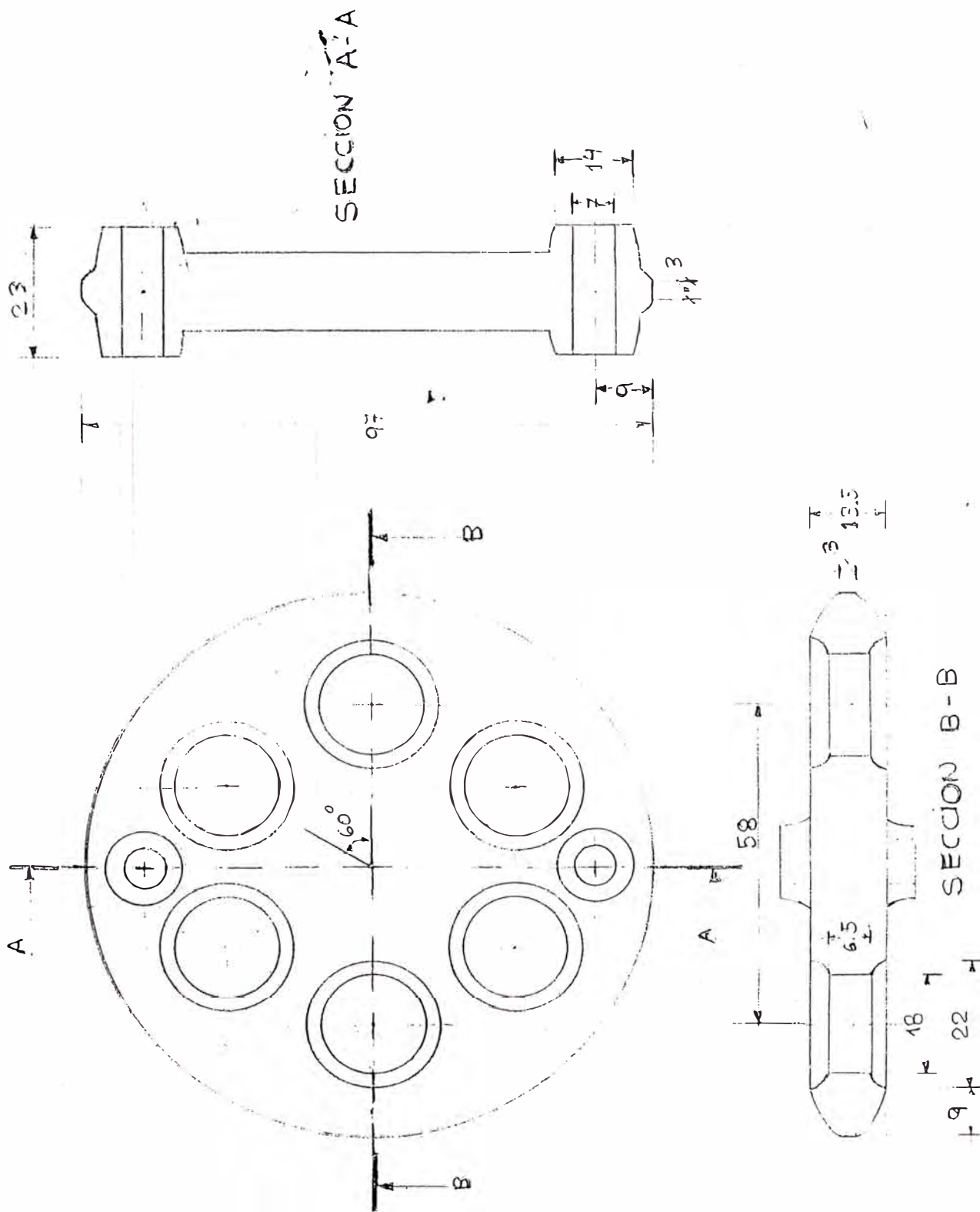
## TUBO RADIANTE



DIMENSIONES EN MM

# APENDICE A2

## DISCO AISLADOR CERAMICO



# APENDICE B1

## CASTABLES REFRACTARIOS



MARCA	MATERIAL BASE	CANTIDAD <sup>(1)</sup> REQUERIDA	%DE AGUA NECESARIA	TEMPERATURA TIPICA DE USO <sup>(2)</sup>	USOS TIPICOS <sup>(3)</sup>
<b>DE RESISTENCIA MECANICA NORMAL</b>					
CASTABLE REPSA	ARCILLA	1825	15	1370	Tapas de calderos, incineradores, paredes de calderos acuatubulares bagaceros.
REPSA CASTABLE STANDARD	ARCILLA	1825	15	1370	Calderos pirotubulares, calderos acuatubulares, incineradores, cámaras de fuego.
REPSA BAFFLE MIX	ARCILLA	1825	15	1370	Construcción de deflectores de calderos acuatubulares tipo Steriling.
REPSA CASTABLE SUPER	ARCILLA	1875	15	1480	Incineradores, cámaras de combustión, calderos bagaceros, tapas de crisoles.
REPSA HARCAST	ARCILLA	2002	12	1540	Destilación primaria de petróleo, carros cerámicos, hornos de recalentamiento.
REPSA CASTABLE ALTA ALUMINA	ALUMINA	2160	9	1650	Conos de quemadores, hornos metalúrgicos, refinerías de petróleo, calderos.
REPSA CASTABLE 1-76	ALUMINA	2340	14	1760	Hornos de inducción, conos de quemador, hornos metalúrgicos.
REPSA CHROMEPAK	CROMO-MAGNESITA	2089	8	1600	Mantenimiento de paredes y bóvedas de hornos metalúrgicos, hornos de fundición.
REPSA CASTABLE CROMO	CROMITA	2675	11	1420	Fogón de calderos bagaceros, hornos de forja y recalentamiento.
<b>DE ALTA RESISTENCIA MECANICA</b>					
REPSA CASTABLE EXTRA	ARCILLA	1940	14	1315	Pases de calderos pirotubulares, tapas de hornos de crisol, chutes de secadores.
REPSA HARCAST ES	ALUMINA	2300	13	1590	Refinería de petróleo, hornos de recalentamiento, enfriadores de clínquer.
REPSA CASTABLE 2-72	ALUMINA	2160	11	1590	Conos de quemador, hornos metalúrgicos, y de tratamiento térmico.
REPSA CASTOLAST G	ALUMINA	2530	10	1800	Hornos rotativos de cemento, enfriadores de clínquer, reactores químicos.
REPSA CASTABLE CROMO ES	CROMITA	2580	12	1370	Hornos de plomo, calderos, hornos de tratamiento térmico.

(1) En kilogramos por metro cúbico.

(2) En grados centígrados y aplicados a una sola cara.

(3) Para mejor uso se recomienda consultar con SERVICIOS TECNICOS de REPSA

# APENDICE B2

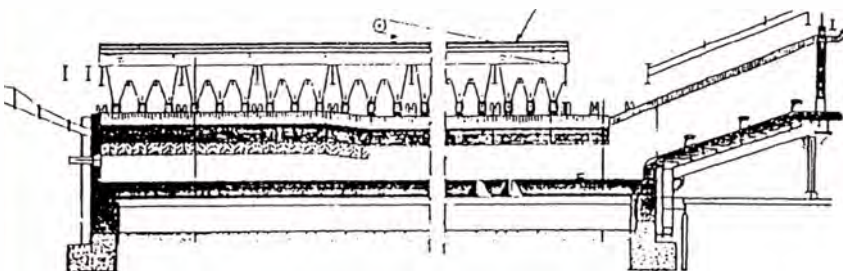


## MORTEROS REFRACTARIOS

MARCA	MATERIAL BASE	CANTIDAD <sup>(1)</sup> REQUERIDA : Kg	PARA USARSE CON*
<b>MORTEROS DE FRAGUA TERMICA</b>			
REPSA TIERRA REFRACTARIA	ARCILLA	135	A
REPSA BOND CLAY	ARCILLA	135	A
REPSA MORTERO REFRACTARIO	ARCILLA	135	A
REPSA MORTERO SUPER	ARCILLA	135	B
REPSA ANKORITE 65	ALUMINA	160	C
REPSA ANKORITE 80	ALUMINA	170	C
REPSA MORTERO DE SILICE	SILICE	135	D
REPSA VEGA BOND	SILICE	135	D
REPSA MORTERO DE CROMO	CROMITA	270	D-E-F
REPSA MORTERO DE MAGNESITA	MAGNESITA	270	E-F
<b>MORTEROS DE FRAGUA EN FRIO</b>			
REPSA PENSEAL	ARCILLA	135	A
REPSA HARWACO BOND	ALUMINA	135	A-B-C
REPSA FIREBOND	SILICE	135	A-D
REPSA CORAL BOND	ALUMINA	140	C
REPSA THERMOLITH	CROMITA	270	A-B-C-D-E-F
REPSA MAGNABOND	MAGNESITA	270	E-F

(1) Por cada 1000 ladrillos normales de 9x4 1/2 x 2 1/2"

- \*A= Ladrillos de arcilla altamente refractaria.
- B= Ladrillos de arcilla super refractaria.
- C= Ladrillos de alta alumina.
- D= Ladrillos de silice.
- E= Ladrillos de magnesita y magnesita-cromo.
- F= Ladrillos de cromo y cromo-magnesita.

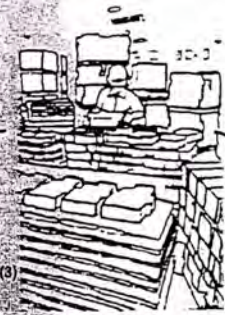


REVERBERO DE COBRE



CONTROL DE CALIDAD

# APENDICE B3



## LADRILLOS DE ARCILLA REFRACTARIA

CLASE*	MARCA	CPE <sup>(1)</sup>	TEMPERATURA <sup>(2)</sup> TÍPICA DE TRABAJO	USOS Y APLICACIONES <sup>(3)</sup>
ALTA REFRACTARIEDAD	KEBO	31-31 1/2	1450	Cámaras de tostación y secado, calderos, crisoles, cucharas metalúrgicas.
	REPSA	31-1/2	1500	Cámaras de combustión, calderos, incineradores, hornos metalúrgicos, hornos de vidrio, de cerámica y enlizado.
	REPSA 18	31-1/2	1500	Cubilotos, hornos de cal, hornos de cemento, hornos metalúrgicos.
SUPER REFRACTARIEDAD	REPSA ALAMO	33-34	1600	Hornos rotativos, hornos de cal, hornos de cemento, de vidrio, de cerámica, de enlizado, recuperadores de calor.
	REPSA VARNON	33-34	1600	Hornos de cal, hornos de cemento, hornos de vidrio, regeneradores y recuperadores de calor.
	REPSA ALADIN 40	33-34	1650	Hornos metalúrgicos, cucharas de trasvase, cámaras de tostado.

\* Según norma ITINTEC 331.008 y ASTM C-27

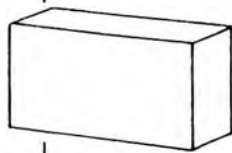
(1) Cono Pirométrico Equivalente

(2) Temperatura aplicada a una sola cara del ladrillo, en °C

(3) Para un mejor uso se recomienda consultar con **SERVICIOS TECNICOS de REPSA.**



## LADRILLOS REFRACTARIOS : FORMAS Y DIMENSIONES NORMALES

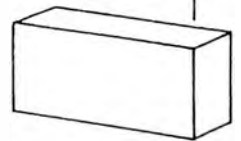


**RECTANGULAR (STRAIGHT)**

229x114x63 mm  
9"x4 1/2"x2 1/2"

**PEQUEÑO (SMALL)**

229x89x63 mm  
9"x3 1/2"x2 1/2"

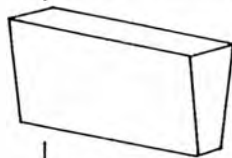


**JABON (SOAP)**

229x57x63 mm  
9"x2 1/4"x2 1/2"

**DIVIDIDO (SPLIT)**

229x114x32 mm  
9"x4 1/2"x1 1/4"  
229x114x51 mm  
9"x4 1/2"x2"

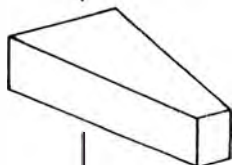
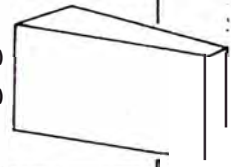


**ARCO (ARCH)**

Nº 1 229x114x(63-54) mm  
9"x4 1/2"x(2 1/2"-2 1/8")  
Nº 2 229x114x(63-44) mm  
9"x4 1/2"x(2 1/2"-1 3/4")  
Nº 3 229x114x(63-25) mm  
9"x4 1/2"x(2 1/2"-1")

**CUÑA (WEDGE)**

Nº 1-X 229x114x(63-57) mm  
9"x 4 1/2"x(2 1/2"-2 1/4")  
Nº 1 229x114x(63-48) mm  
9"x4 1/2"x(2 1/2"-1 7/8")  
Nº 2 229x114x(63-38) mm  
9"x4 1/2"x(2 1/2"-1 1/2")



**LLAVE (KEY)**

Nº 1 229x(114-102)x63 mm  
9"x(4 1/2"-4")x2 1/2"  
Nº 2 229x(114-89)x63 mm  
9"x(4 1/2"-3 1/2")x2 1/2"  
Nº 3 229x(114-76)x63 mm  
9"x(4 1/2"-3")x2 1/2"  
Nº 4 229x(114-57)x63 mm  
9"x(4 1/2"-2 1/4")x2 1/2"

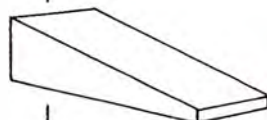
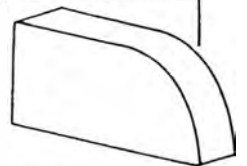
**BISEL DE CANTO (FEATHEREDGE)**

229x114x(63-3) mm  
9"x4 1/2"x(2 1/2"-1/8")



**JAMBA (JAMB)**

229x114x63  
9"x4 1/2"x2 1/2"



**CUELLO (NECK)**

229x114x(63-16) mm  
9"x4 1/2"x(2 1/2"-5/8")

**BISEL LONGITUDINAL (END SKEW)**

48º (229-171)x114-63 mm  
(9"-6 3/4")x4 1/2"x2 1/2"  
60º (229-192)x114x63 mm  
(9"-7 9/16")x4 1/2"x2 1/2"

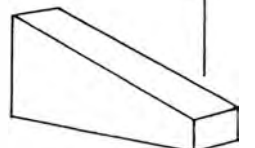


**BISEL LATERAL (SIDE SKEW)**

48º 229x(114-57)x63 mm  
9"x(4 1/2"-2 1/4")x2 1/2"  
60º 229x(114-78)x63 mm  
9"x(4 1/2"-3 1/16")x2 1/2"

**ARRANQUE (EDGE SKEW)**

229x(114-38)x63 mm  
9"x(4 1/2"-1 1/2")x2 1/2"



# APENDICE B4

**BOEHLER**

**H 525**

**ANTITHERM FFB**

AISI: 314/310

DIN: X15 Cr Ni Si 2520

W N° 1.4841

Tipo de aleación: C 0.08 Si 1.70 Mn 1.20 Cr. 24.8 Ni 19.8 %

Color de identificación: Rojo - Negro - Rojo

Estado de suministro: Apagado HB 223 max.

**Acero especial antitérmico aleado al cromo-níquel, de estructura austenítica, con muy alta resistencia al calor hasta 1150°C en aire. - Muy buena resistencia en atmósferas oxidantes, gases nitrosos, así como en gases pobres de oxígeno. En gases sulfurosos y reductores hasta temperaturas max. de 650°C.**

**Muy apropiado para trabajar con sales de cloruro o cobre fundido. Insensible a la cementación.**

**APLICACIONES:** Para toda clase de elementos que trabajen a una temperatura de más de 900°C como cajas, ollas, crisoles y dispositivos en plantas de tratamientos térmicos. En la construcción de hornos y calderos como p. ej., parrillas, armaduras, pernos, nipples y quemadores. También en la industria de vidrios, porcelana, cemento, ladrillos y petroquímica.

**Estado de empleo:** Apagado

## INSTRUCCIONES PARA EL TRATAMIENTO:

**Forjado:**

1150 - 800°C

Enfriamiento al aire.

**Apagar:** al agua, dimensiones menores al aire

1050 - 1100°C

**Soldadura:** BOEHLER ANTITHERM FFB es fácilmente soldable. Se recomienda la soldadura eléctrica, para planchas muy delgadas preferiblemente con protección de argón.

Los electrodos recomendables según la norma DIN 8556 son: Tipo normal: E 310 - 15. Tipo especial con protección de argón: (WIG O MIG) ER 310 - 15 (BOEHLER FFB-IG).

**ELECTRODOS FOX FFB o FOX FFB-400**

PROPIEDADES MECANICAS EN CALIENTE					
°C	VALORES kp/mm <sup>2</sup>				
	800	900	1000	1100	1200
1% Límite del Alargamiento en:					
1,000 h	2.0	0.9	0.4	0.15	0.05
10,000 h	1.5	0.3			
100,000 h	0.6	0.15			
Resist. a la tracc.					
1,000 h	4.0	1.3			
10,000 h	2.0	0.6			
100,000 h	1.0	0.25			

Punto de Fusión: aprox. 1380 °C

PROPIEDADES MECANICAS EN FRIO				
Dureza brinell máx. HB 30	Límite de fluencia mín. kg/mm <sup>2</sup>	Resistencia a la tracción kg/mm <sup>2</sup>	Alargamiento (L = 5d) mín. %	Contracción mín. %
~ 223	23	56 - 82	30	55

VALORES FISICOS									
Peso específico p/cm <sup>3</sup>	Módulo de elasticidad a 20 °C Kp/mm.	Resistencia eléctrica a 20 °C Ohm.mm <sup>2</sup> /m	Conductibilidad térmica a 20 °C cal/cm.s. °C	Calor específico a 20 °C cal/g. °C	Dilatación térmica 10 <sup>-4</sup> m/m. °C entre 20 °C y				Susceptibilidad de ser magnetizado
					400°	800°	1000°	1200°	
7.8	20,000	0.95	0,031	0.12	17.0	18.0	19.0	19.5	ninguna

## RECOMENDACIONES PARA EL TORNEADO CON PASTILLAS SOLDADAS

Estado	Prof. de corte m.m.	Avance mm/Rev.	Calidad BOHLERIT	°	Velocidad de corte m/min.
Apagado	1 a 4	0.1 a 0.3	SB 20 EB 20	+	90 a 25
	4 a 8	0.3 a 0.6	SB 30 EB 10	+	60 a 15

# APENDICE B5



## INOX CW Soldaduras Especiales

Color de Revestimiento Gris	Tipo Austenítica Gran resistencia al calor	Extremo : Rojo Punto : - Grupo : Amarillo
--------------------------------	---	---

Norma:

AWS A5.4-92	DIN 5556
E 310 - 16	E 25 20 R 26

Análisis del metal depositado:

C	Mn	Si	Cr	Ni
0.10	2.5	0.5	25.0	20.0

Características:

- Electrodo cuyo depósito es 100% austenítico.
- Los altos contenidos de Cr/Ni (25/20%) permiten obtener depósitos de alta resistencia al calor hasta 1200 °C, a la fricción, impacto, corrosión y oxidación en cualquier tipo de acero aleado.
- Emplea muy bajos emparejes.
- Los altos contenidos de Cr./Ni. le confieren compatibilidad con aceros de cualquier tipo, especialmente los ferríticos y martensíticos.
- Excelente característica de soldeo: arco estable, poco chisporroteo y salpicaduras.
- Alta resistencia mecánica.
- Fácilmente maquinable.

Propiedades Mecánicas:

Resistencia a la Tracción	Límite Elástico	Ch V + 20 °C	Elongación en 2"
540 - 640 N/mm <sup>2</sup>	> 300 N/mm <sup>2</sup>	> 90 J	> 20 %
78,000 a 93,000 lb/pulg <sup>2</sup>	> 43,000 lb/pulg <sup>2</sup>		

Posiciones de Soldar:

P, H, Sc, Va.

Resecado:

- Es importante el uso de electrodos secos.
- En caso de que los electrodos hayan estado expuestos excesivamente a la interperie, resecar a 200 °C/2 horas.

Corriente y Polaridad:

Para corriente alterna o continúa - Electrodo al polo positivo				
Ø	3/32"	1/18"	5/32"	3/16"
	2,5 mm.	3,25 mm.	4,0 mm.	5,0 mm.
Amp. mín.	40	55	80	110
Amp. máx.	55	80	110	140

Aplicaciones:

- Para soldar aceros AISI 310.
- Para unir aceros inoxidables con aceros al carbono.
- Para soldar y recuperar piezas de acero fundido de difícil soldabilidad.
- Para recubrir aceros en general, que van a trabajar a temperaturas hasta de 1200 °C.
- Para fabricar y reparar tuberías, intercambiadores de calor, quemadores y tanques de almacenamiento.
- Para reparar bombas, válvulas, ejes.
- Para reparar piezas de horno, ganchos, canastillas y cadenas para tratamiento térmico.
- Para reparación de matrices.
- Como base de recubrimientos protectores especiales.
- En la fabricación y reparación de equipos mineros, petroquímicos, ferroviarios, textiles, alimenticios, etc.

# APENDICE B6

## Propiedades y aplicaciones de aleaciones VDM para elementos eléctricos y de resistencia

### Níquel-Cromo; Níquel-Cromo-Hierro

Denominación VDM		<b>Cronix 80 E</b> ✓	<b>Cronix 70 E</b>	<b>Cronifer II E</b>	<b>Cronifer 45</b>	<b>Cronifer III E</b>
Abreviatura		NiCr 8020	NiCr 7030	NiCr 6015	NiCr 4523	NiCr 3020
No. Aleación		24869	24658	24867	24890	14860
DIN/SEW		17470	17470	17470		17470
ASTM/ASME		B 344		B 344		
Composición química (% peso)	Ni	aprox. 80	aprox. 70	aprox. 60	aprox. 45	aprox. 30
	Cr	aprox. 20	aprox. 30	aprox. 15	aprox. 23	aprox. 20
	C	max. 0.08	max. 0.08	max. 0.08	max. 0.08	max. 0.08
	Cu	max. 0.5	max. 0.5	max. 0.5	max. 0.2	max. 0.5
	Fe	max. 1.0	max. 1.0	max. saldo	max. saldo	max. saldo
	Mn	max. 1.0	max. 1.0	max. 2.0	max. 1.0	max. 1.0
	Si	max. 2.0	max. 2.0	max. 2.0	max. 2.0	max. 3.0
	Al Co	- -	- -	- -	- -	- -
Temperatura de fusión	°C	1400	1380	1390	1390	1390
Temperatura de trabajo, max.	°C	1250	1275	1200	1170	1150
Características mecánicas con temperatura ambiente						
Resistencia a la tracción (N/mm <sup>2</sup> )	recocido	600-750	700-900	600-750	600-750	600-750
	endurecido					
0,2 % - límite de alargam. (N/mm <sup>2</sup> )	recocido	≥ 280	≥ 300	≥ 250	≥ 250	≥ 250
	endurecido					
Alargamiento A 5 (%)	recocido	≥ 30	≥ 25	≥ 30	≥ 30	≥ 30
Resistividad $\rho$ · mm <sup>2</sup> /m vanación de resistencia con temperaturas elevadas						
Temperatura	°C					
	200	1.13	1.20	1.16	1.18	1.11
	400	1.15	1.24	1.20	1.24	1.17
	600	1.15	1.24	1.21	1.26	1.22
	800	1.14	1.24	1.22	1.28	1.26
	1000	1.15	1.24	1.24	1.31	1.30
Características físicas con temperatura ambiente						
Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )		83	81	82	80	79
Coeficiente de expansión térmica (1/g · °C)		0.42	0.42	0.46	0.50	0.50
Conductividad térmica (W/m · °C)		14.6	13.8	13.4	13.0	13.0
Resistencia eléctrica ( $\Omega$ · mm <sup>2</sup> /m)		1.12	1.19	1.13	1.13	1.04
Coefficiente de dilatación 0 - 300 °C (10 <sup>-6</sup> /°C)		14.8	14.3	14.8	15.6	15.6
Módulo de elasticidad (10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup> )		200	200	200	200	200
Deformabilidad		buena	buena	buena	buena	buena
Soldabilidad		satisfactoria	satisfactoria	satisfactoria	satisfactoria	satisfactoria
Material de soldadura		material afin, de preferencia	material afin, de preferencia	material afin, de preferencia	material afin, de preferencia	material afin, de preferencia
Aplicaciones típicas		hornos de temperatura alta; de esmaltar; de acumulación de corriente nocturna; para hierro de soldar; para cartuchos calentadores de alto rendimiento; material blando, brillante u oxidado,	hornos eléctricos; de esmaltar; de acumulación de corriente nocturna; con atmósferas variables; material blando,	artefactos eléctricos; hornos eléctricos; elementos de resistencia de carga alta; elementos eléctricos tubulares; material blando, brillante u oxidado; resistente a las tem-	hornos con atmósfera; eléctrica protectora; calentadores domésticos; resistencia de para; material blando, brillante u oxidado; muy resistente a gases reductores y atmósferas cambiantes ("green rot")	hornos eléctricos hasta 1.150 °C; artefactos del hogar; resistencias; material blando, brillante u oxidado, resistente e las tem-



# APENDICE B7

## MEROPA

Código 2319	<b>Meropa 68</b>	Código 2325	<b>Meropa 460</b>
Código 2601	<b>Meropa 100</b>	Código 2342	<b>Meropa 680</b>
Código 2320	<b>Meropa 150</b>	Código 2343	<b>Meropa 1000</b>
Código 2321	<b>Meropa 220</b>	Código 2344	<b>Meropa 1500</b>
Código 2324	<b>Meropa 320</b>	Código 2349	<b>Meropa 3200</b>

Los lubricantes **Meropa** son aceites de extrema presión para engranajes industriales basados en tecnología de aditivos de azufre y fósforo.

### Aplicación del Producto

Los lubricantes **Meropa** son la recomendación principal de Texaco para la lubricación de sistemas de engranajes. Tienen un comportamiento excelente en la lubricación de transmisiones cerradas y reductores altamente cargados accionados por motores de baja y alta potencia en aplicaciones industriales de servicio pesado. Se recomiendan en una amplia variedad de engranajes, incluyendo rectos, cónicos, helicoidales, de tornillo y transmisiones industriales de engranajes hipoidales en equipo móvil, maquinaria en minas de socavón y de tajo abierto, molinos de cemento, molinos de bolas y de rodillos, chancadoras, zarandas, grúas, fajas transportadoras, hornos, winches, máquinas herramientas y equipo marino.

### Descripción y Características del Producto

La serie de lubricantes para engranajes **Meropa** se preparan a partir de bases altamente refinadas y un eficaz paquete de aditivos EP de azufre y fósforo diseñado para minimizar el desgaste de engranajes cerrados y de otros equipos operados bajo condiciones de cargas elevadas y de impacto. Han sido inhibidos para proporcionar buena resistencia a la formación de espuma y tener buenas características de separación del agua lo que los hace ideales para sistemas de circulación donde la contaminación con agua resulta un peligro.

### Beneficios

- Propiedades de extrema presión para minimizar el desgaste
- Estabilidad térmica y a la oxidación para una larga vida
- Protección contra la herrumbre y la corrosión
- Notable demulsibilidad para una rápida separación de agua
- Resistencia a la formación de espuma

### Recomendaciones y Aprobaciones del Producto

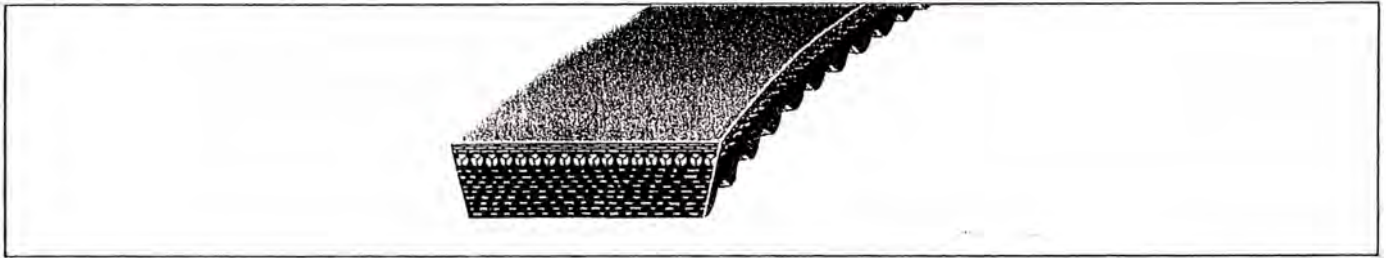
AGMA 250.04	Cincinnati Milacron (para el grado de viscosidad adecuado)
US Steel 224	TO-LEP de Joy Technologies (Meropa 68)

### Características Típicas

Meropa		68	100	150	220	320	460	680	1000	1500	3200	
Código No.		2319	2601	2320	2321	2324	2325	2342	2343	2344	2349	
	Método de Ensayo											
N° AGMA EP		2	3	4	5	6	7	8	---	9	10	
Apariencia		-----Rojo Claro a Oscuro-----					Verde Muy Oscuro	----- Verde Opaco -----				
Gravedad, API	D 1298	29,5	28,9	28,1	26,2	27,5	26,9	26,4	22,8	22,2	19,5	
Inflamación, COC, °C	D 92	222	233	236	240	243	256	246	246	262	248	
Punto de Fluidez, °C	D 97	-33	-30	-30	-24	-21	-21	-15	-9	-6	4	
Viscosidad												
cSt a 40°C	D 445	68,4	98,3	151,7	224,5	321,2	463,8	700	1072	1635	3172	
cSt a 100°C	D 445	8,9	11,5	15,2	19,7	24,9	32,6	41,0	50,0	61,4	88,6	
Indice de Viscosidad	D 2270	103	104	101	100	99	103	98	91	91	83	
Prueba de Herrumbre												
Agua Destilada	D 665A	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	
Agua de Mar Sintética	D 665B	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa	
Prueba de Espuma, Sec. II	D 892											
ml espuma a 0/10 minutos		0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	Trazas/0	Trazas/0	----	----	----	
Demulsibilidad en Rueda de Acero	D 2711											
Agua Libre, ml		89	83	88	90	86	82	82	----	----	----	
Timken, Carga OK, lbs	D 2782	60	60	60	60	60	60	60	60	65	70	
EP Cuatro Esferas	D 2783											
Indice de Carga de Desgaste, kgf		46	48	47	46	45	48	48	48	58	48	
Punto de Soldadura, kgf		250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	
FZG, Etapas pasadas	D 5182	12	12	12	12	12	12	12	----	----	----	

# APENDICE B8

**optibelt SUPER V** Correas variador, de flancos abiertos, dentadas según USA-Standard RMA/MPTA



Denominación RMA/MPTA	Denominación RMA/MPTA	Denominación	Denominación
1422 V 235	2322 V 329	3226 V 392	4436 V 525
1422 V 240	2322 V 347	3226 V 400	4436 V 551
1422 V 270	2322 V 364	3226 V 433	4436 V 561
1422 V 290	2322 V 396	3226 V 450	4436 V 576
1422 V 300	2322 V 421	3226 V 505	4436 V 646
1422 V 330	2322 V 434	3226 V 545	4436 V 750
1422 V 340	2322 V 441	3226 V 585	
1422 V 360	2322 V 461	3226 V 603	
1422 V 400	2322 V 481 ✓	3226 V 650	
1422 V 420	2322 V 486	3226 V 663	
1422 V 440	2322 V 521	3226 V 723	
1422 V 460	2322 V 541	3226 V 783	
1422 V 470	2322 V 601	3226 V 843	
1422 V 480	2322 V 661		
1422 V 540	2322 V 681	3230 V 419	
1422 V 600	2322 V 701	3230 V 528	
1422 V 660	2322 V 801	3230 V 560	
		3230 V 585	
1430 V 215	2426 V 353	3230 V 600	
	2426 V 363	3230 V 630	
1922 V 277		3230 V 670	
1922 V 282	2530 V 500 †	3230 V 710	
1922 V 298	2530 V 530	3230 V 723	
1922 V 321	2530 V 560	3230 V 750	
1922 V 332	2530 V 600	3230 V 800	
1922 V 338	2530 V 630	3230 V 850	
1922 V 363	2530 V 670		
1922 V 381	2530 V 710	3432 V 450	
1922 V 386	2530 V 750	3432 V 456	
1922 V 403	2530 V 790	3432 V 480	
1922 V 426	2530 V 800	3432 V 528	
1922 V 443	2530 V 934	3432 V 534	
1922 V 454	2530 V 990		
1922 V 460		4036 V 541	
1922 V 484	2830 V 337	4036 V 574	
1922 V 526	2830 V 363		
1922 V 544	2830 V 366	4430 V 530	
1922 V 604	2830 V 367	4430 V 548	
1922 V 630	2830 V 393	4430 V 555	
1922 V 646	2830 V 396	4430 V 560	
1922 V 666	2830 V 422	4430 V 570	
1922 V 686		4430 V 578	
1922 V 706	2926 V 471	4430 V 600	
1922 V 721	2926 V 486	4430 V 610	
1922 V 726	2926 V 521	4430 V 630	
1922 V 751	2926 V 546	4430 V 652	
1922 V 756	2926 V 574	4430 V 660	
	2926 V 586	4430 V 670	
1926 V 250	2926 V 606	4430 V 690	
1926 V 275	2926 V 616	4430 V 700	
1926 V 290	2926 V 636	4430 V 710	
1926 V 407	2926 V 646	4430 V 730	
1926 V 415	2926 V 666	4430 V 750	
1926 V 427	2926 V 686	4430 V 790	
	2926 V 726	4430 V 800	
2230 V 266	2926 V 750	4430 V 850	
2230 V 273	2926 V 776		
2230 V 275	2926 V 786		
2230 V 326			
2230 V 375			

**Aclaraciones**  
 1422 V 235  
 14 = ancho superior 14/16"  
 22 = ángulo °  
 V = velocidad variable  
 235 = Desarrollo de referencia 1/10"

No disponible en stock – Cantidad mínima bajo consulta.

# APENDICE B9

**OERLIKON**

**INOX 29/9**  
Soldaduras Especiales

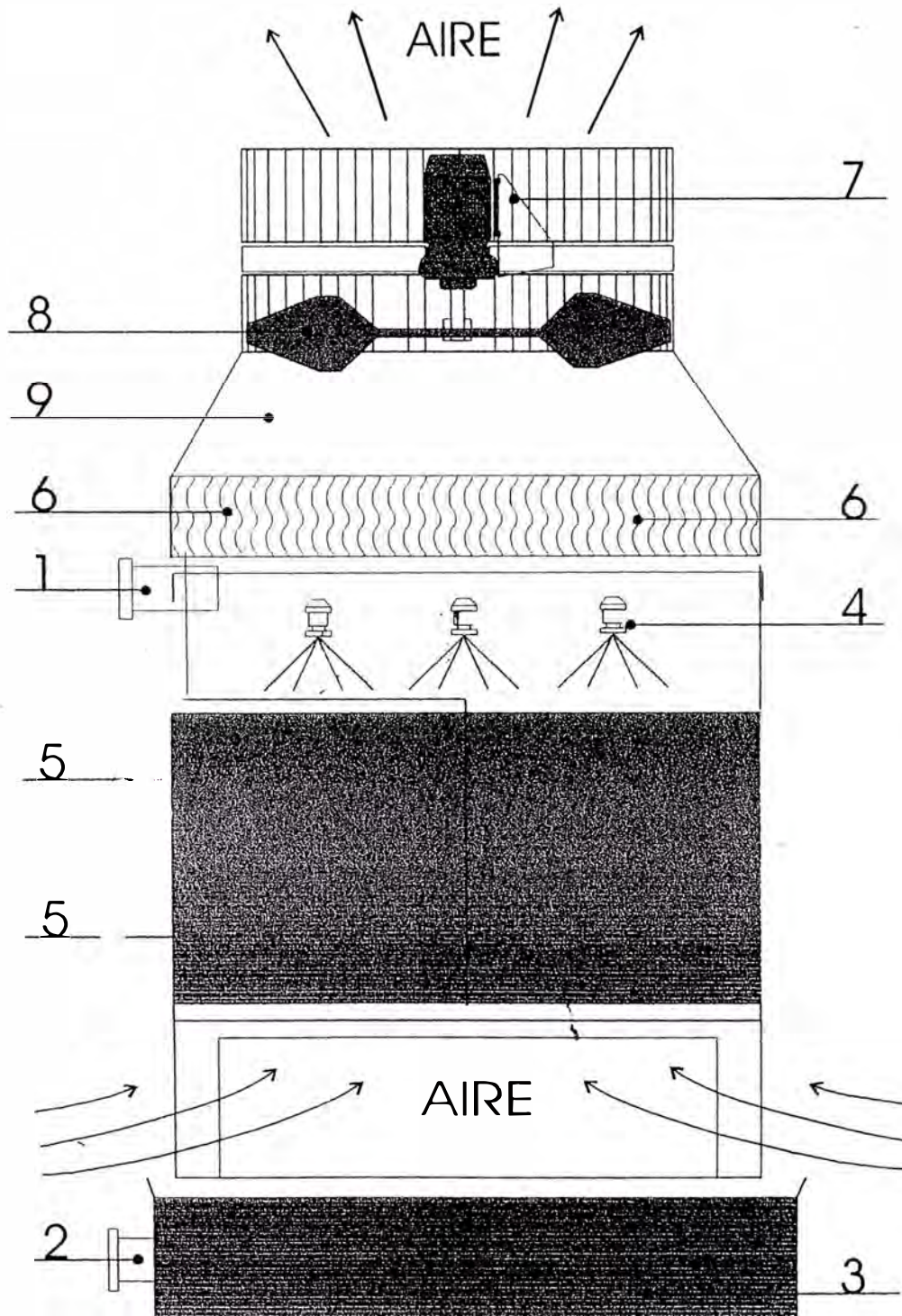
Color de Revestimiento Plomo	Tipo Rutilico Estructura Austeno - Ferritica	Extremo : Verde Punto : Rojo Grupo : Amarillo
---------------------------------	---	---

Norma:	<table border="1"> <tr> <td>AWS A5.4-92</td> <td>DIN 8556</td> </tr> <tr> <td>E 312 - 16</td> <td>E 29 9 R 23</td> </tr> </table>		AWS A5.4-92	DIN 8556	E 312 - 16	E 29 9 R 23																							
AWS A5.4-92	DIN 8556																												
E 312 - 16	E 29 9 R 23																												
Análisis del metal depositado:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>C</th> <th>Mn</th> <th>Si</th> <th>Cr</th> <th>Ni</th> <th>Mo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.12</td> <td>1.0</td> <td>0.8</td> <td>29</td> <td>9</td> <td>0.50</td> </tr> </tbody> </table>					C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	0.12	1.0	0.8	29	9	0.50												
C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo																								
0.12	1.0	0.8	29	9	0.50																								
Características:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrodo cuyo depósito tiene una estructura austeno-ferrítica con Ferrita &gt;20%. Insensible a la fisuración en caliente.</li> <li>• El metal depositado presenta una alta resistencia a la rotura y es muy empleado para soldar aceros de difícil soldabilidad y unir aceros disímiles.</li> <li>• El revestimiento rutilico permite obtener depósitos libres de poros y con buen acabado.</li> <li>• Depósitos resistentes al impacto, calor, corrosión y a la fricción metálica.</li> <li>• Los depositos son rnaquinables.</li> </ul>																												
Propiedades Mecánicas:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Resistencia a la Tracción</th> <th>Límite Elástico</th> <th>Elongación en 2"</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>740 - 840 N/mm<sup>2</sup></td> <td>600 N/mm<sup>2</sup></td> <td rowspan="2">&gt; 25 %</td> </tr> <tr> <td>107,000 a 121,000 lb/pulg<sup>2</sup></td> <td>87,000 lb/pulg<sup>2</sup></td> </tr> </tbody> </table>			Resistencia a la Tracción	Límite Elástico	Elongación en 2"	740 - 840 N/mm <sup>2</sup>	600 N/mm <sup>2</sup>	> 25 %	107,000 a 121,000 lb/pulg <sup>2</sup>	87,000 lb/pulg <sup>2</sup>																		
Resistencia a la Tracción	Límite Elástico	Elongación en 2"																											
740 - 840 N/mm <sup>2</sup>	600 N/mm <sup>2</sup>	> 25 %																											
107,000 a 121,000 lb/pulg <sup>2</sup>	87,000 lb/pulg <sup>2</sup>																												
Posiciones de Soldar:	P, H, Sc, Va.																												
Resecado:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es importante el uso de electrodos secos.</li> <li>• En caso de que los electrodos hayan estado expuestos excesivamente a la interperie, resecar a 200 °C/2 horas.</li> </ul>																												
Corriente y Polaridad:	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Para corriente alterna o continua - Electrodo al polo positivo</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">Ø</th> <th>3/32"</th> <th>1/18"</th> <th>5/32"</th> <th>3/16"</th> </tr> <tr> <th>2,5 mm.</th> <th>3,25 mm.</th> <th>4,0 mm.</th> <th>5,0 mm.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Amp. mín. <math>\gamma</math></td> <td>40</td> <td>70</td> <td>80</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>Amp. máx.</td> <td>70</td> <td>100</td> <td>110</td> <td>140</td> </tr> </tbody> </table>					Para corriente alterna o continua - Electrodo al polo positivo					Ø	3/32"	1/18"	5/32"	3/16"	2,5 mm.	3,25 mm.	4,0 mm.	5,0 mm.	Amp. mín. $\gamma$	40	70	80	90	Amp. máx.	70	100	110	140
Para corriente alterna o continua - Electrodo al polo positivo																													
Ø	3/32"	1/18"	5/32"	3/16"																									
	2,5 mm.	3,25 mm.	4,0 mm.	5,0 mm.																									
Amp. mín. $\gamma$	40	70	80	90																									
Amp. máx.	70	100	110	140																									
Aplicaciones:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para soldar aceros al carbono con problemas de soldabilidad.</li> <li>• Para soldar una gran variedad de aceros: herramientas inoxidables y aceros de difícil soldabilidad.</li> <li>• Ideal para soldar aceros desimiles.</li> <li>• Para recuperar ejes, matrices, herramientas, cadenas, engranajes, paletas de agitadores, cremalleras y en general, piezas de alta resistencia.</li> <li>• Como base para recubrimientos protectores especiales.</li> <li>• Para reparar y como base de aceros rápidos.</li> <li>• Muy usado en la industria siderúrgica para relleno de ejes, mandril, etc.</li> <li>• Para soldar aceros tratados térmicamente, aceros de alta aleacion, etc.</li> </ul>																												

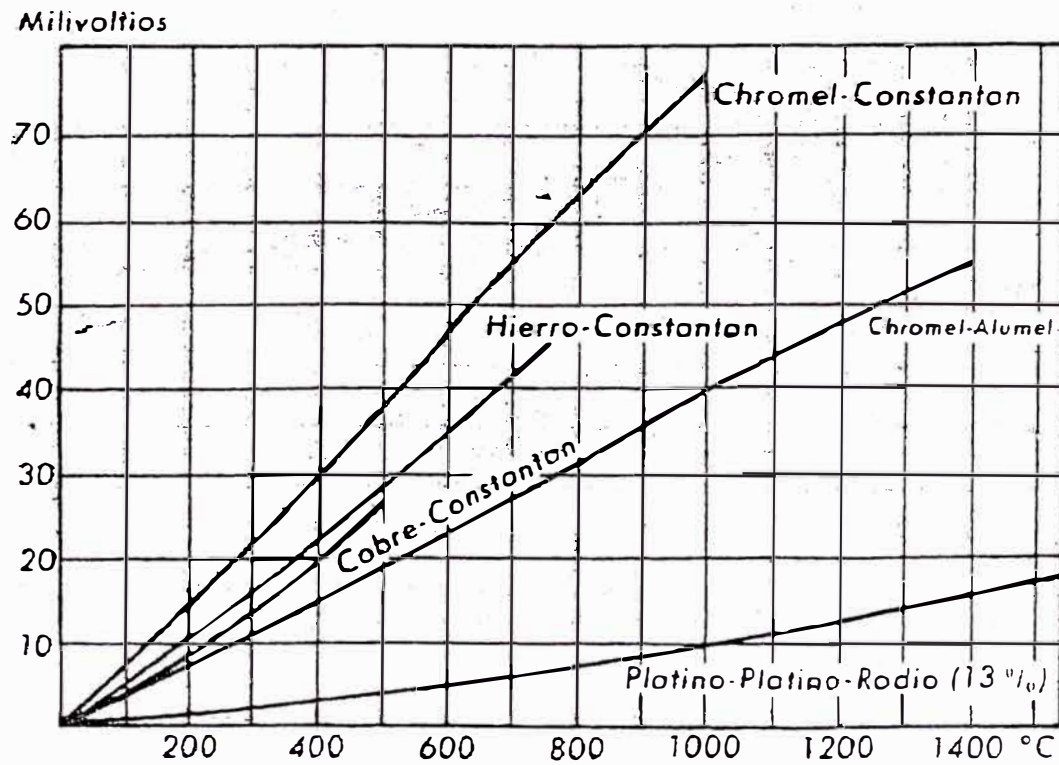


# APENDICE B10

TORRE DE ENFRIAMIENTO DE AGUA  
FLUJO CONTRACORRIENTE, TIRO INDUCIDO



# APENDICE B11



Relación entre la temperatura de la unión caliente y la f.e.m. desarrollada en diversos termopares cuando la unión fría se mantiene a 0 °C.

# APENDICE B12

## TERMOCUPLAS

### Características de los termopares

La elección de un termopar para un determinado servicio debe ser hecha considerando todas las posibles variables y normas exigidas para el proceso, por lo tanto estamos aportando algunos datos para la orientación en la correcta elección de los mismos.

La tabla de abajo relaciona los tipos de termopares con el rango de temperatura usual, las ventajas y restricciones.

Tipo	Elemento Positivo	Elemento Negativo	Rango de Temperatura	Ventajas	Restricciones
T	Cobre	Cobre-Níquel (Constantán)	-184 a 370 °C	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Resiste la atmósfera corrosiva.</li> <li>2- Aplicable en atmósfera reductora u oxidante debajo de los 310 °C.</li> <li>3- Su estabilidad es la mejor en temperaturas debajo de los 0 °C.</li> <li>4- Presenta buena precisión en el rango de utilización.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Oxidación del cobre encima de los 310 °C.</li> </ol>
J	Hierro	Cobre-Níquel (Constantán)	0 a 760 °C	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Bajo Costo.</li> <li>2- Indicado para servicios continuos hasta 760 °C en atmósfera neutra o reductora.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Límite máximo de utilización en atmósfera oxidante de 760 °C debido a la rápida oxidación del hierro.</li> <li>2- Utilizar tubo de protección encima de los 480 °C.</li> </ol>
E	Níquel-Cromo (Cromel)	Cobre-Níquel (Constantán)	0 a 870 °C	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Alta potencia termoeléctrica.</li> <li>2- Los elementos son altamente resistentes a la corrosión, permitiendo su uso en atmósfera oxidante.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Baja estabilidad en atmósfera reductora.</li> </ol>
K	Níquel-Cromo (Cromel)	Níquel-Aluminio (Alumel)	0 a 1260 °C	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Indicado para atmósfera oxidante.</li> <li>2- Para rangos de temperatura más elevados, tiene mejor rigidez mecánica que los tipos S, O, R y mayor vida útil que el tipo J.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Vulnerable en atmósferas reductoras, sulfurosas y gases como SO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S, requiriendo sustancial protección cuando se lo utiliza en estas condiciones.</li> </ol>
S	Platino-Rhodio 10%	Platino	0 a 1480 °C	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Indicado para atmósferas oxidantes.</li> <li>2- Presenta buena precisión a altas temperaturas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Vulnerable a contaminación en atmósferas que no sean oxidantes.</li> </ol>
R	Platino-Rhodio 13%	Platino			<ol style="list-style-type: none"> <li>2- Para altas temperaturas, utilizar aisladores y tubos de protección de alta alumina.</li> </ol>
B	Platino-Rhodio 30%	Platino-Rhodio 6%	870 a 1705 °C	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Mejor estabilidad que los tipos S y R.</li> <li>2- Mejor resistencia mecánica.</li> <li>3- Más adecuado para altas temperaturas que los tipos S, O, R.</li> <li>4- No necesita de compensación de la junta de referencia si la temperatura de ésta no excede los 50 °C.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Vulnerable a contaminación en atmósferas que sean oxidantes.</li> <li>2- Utilizar aisladores y tubos de protección de alta alumina.</li> </ol>

# TERMOPARES

La tabla inferior indica los distintos tipos de termopares y sus diámetros que FITBER S.R.L. posee en stock para entrega inmediata.

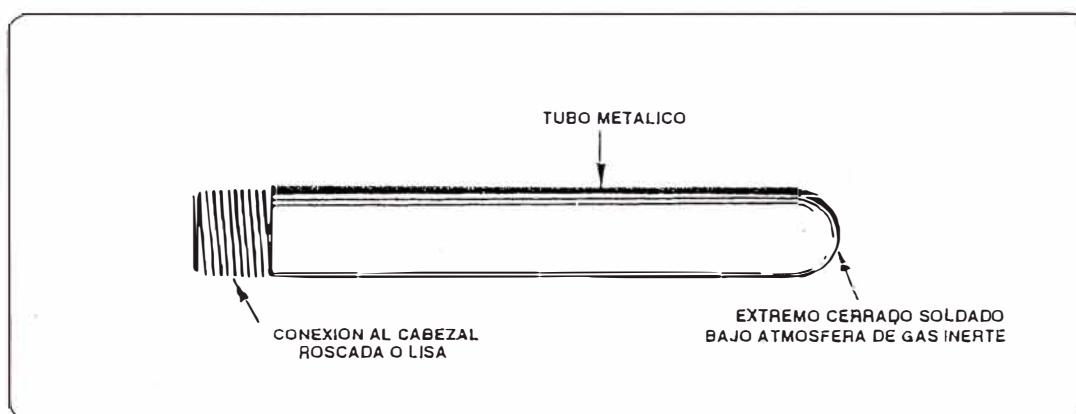
La calibración de estos termopares cumple con la norma IEC 584-2.

Tipo	Diámetro (mm)	Positivo	Negativo
T	1,29	Cobre	Cobre - Níquel (Constantán)
J	0,80 1,29 3,26	Hierro	Cobre - Níquel (Constantán)
E	1,29	Níquel - Cromo (Cromel)	Cobre - Níquel (Constantán)
K	0,80 1,29 2,00 3,26	Níquel - Cromo (Cromel)	Níquel - Aluminio (Alumel)
S	0,35 0,50	Platino - Rhodio 10 %	Platino
R	0,50	Platino - Rhodio 13 %	Platino
B	0,50	Platino - Rhodio 30 %	Platino - Rhodio 6%

# APENDICE B13

## Selección de materiales para vainas de protección.

Son utilizados para la protección de sensores de temperatura, para la correcta especificación de estos es necesario tener en cuenta todas las condiciones de uso tales como: temperatura, resistencia mecánica, corrosión (atmósfera oxidante o reductora), tipo de fluido, velocidad de respuesta, etc. Por lo tanto para orientar en la elección de éstos, les informamos en las tablas subsiguientes las características y aplicaciones principales de los materiales para protección.



Material	Temperatura Máxima de Aplicación	Consideraciones Generales
Acero común	560° C	1) Satisfactorio en atmósferas no corrosivas.
Hierro fundido	700° C	2) Principal campo de aplicación en fundición de metales no ferrosos; recomendándose blanqueo diario.
Acero inoxidable 304	850° C	3) Buena resistencia a la oxidación y corrosión en una amplia gama de ambientes industriales. Buenas propiedades mecánicas hasta 760° C. Considerado en general como material standard para protección de termocopias.
Acero inoxidable 316	890° C	Iguals características que el 304, pero tiene mejor resistencia a la corrosión.
Acero inoxidable 310	1060° C	Iguals características que el 304, pero resiste mayor temperatura.
Acero inoxidable 446	1100° C	Excelente resistencia a la oxidación y a la corrosión a elevadas temperaturas. Buena resistencia en atmósferas sulfurosas. No apto para atmósferas carburizantes.
Inconel 600	1175° C	Excelente resistencia a la oxidación a altas temperaturas, buena resistencia a la corrosión, no debe ser utilizado en atmósferas sulfurosas por encima de los 600° C.
Kanthal AF	1280° C	Buena resistencia a las atmósferas sulfurosas y oxidantes a altas temperaturas.

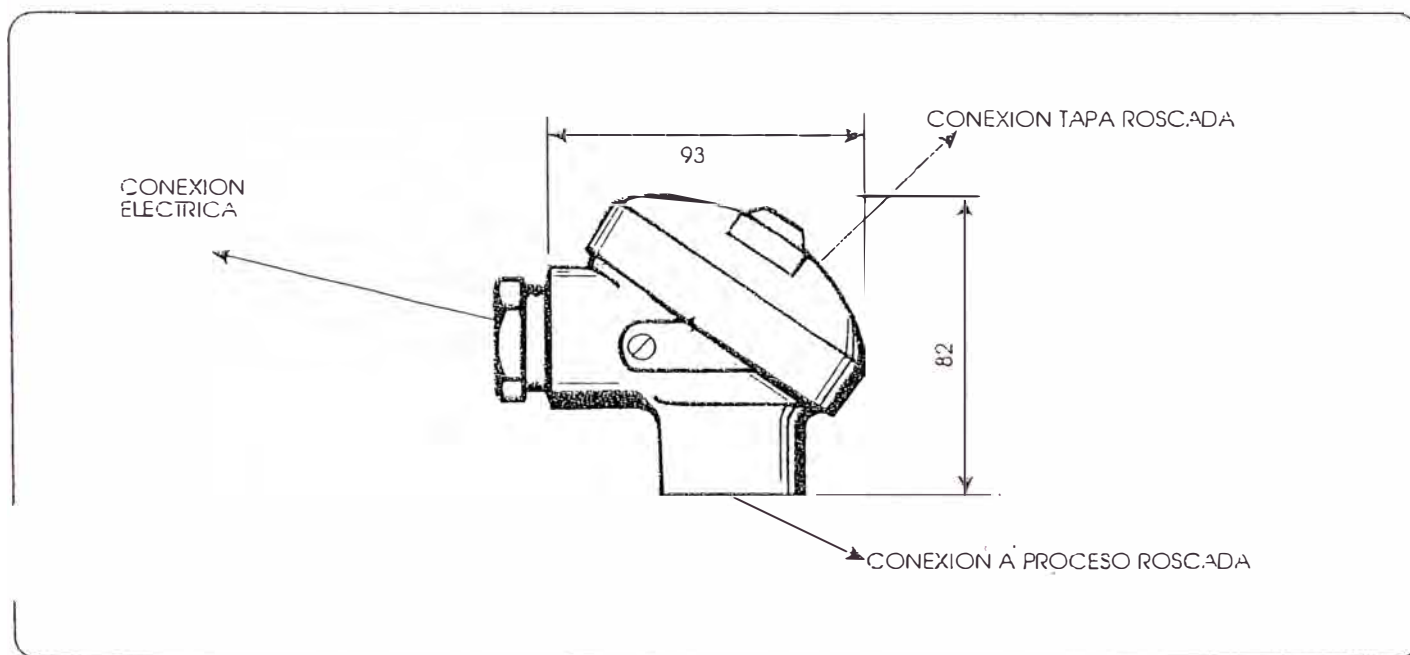
# APENDICE B14

## Tipos de cabezales de conexión.

El cabezal de conexión tiene la finalidad de unir el termopar con el cable compensado, por intermedio de un conector cerámico interior que actúa como bornera. Tiene también la misión de hacer de soporte de la vaina de protección.

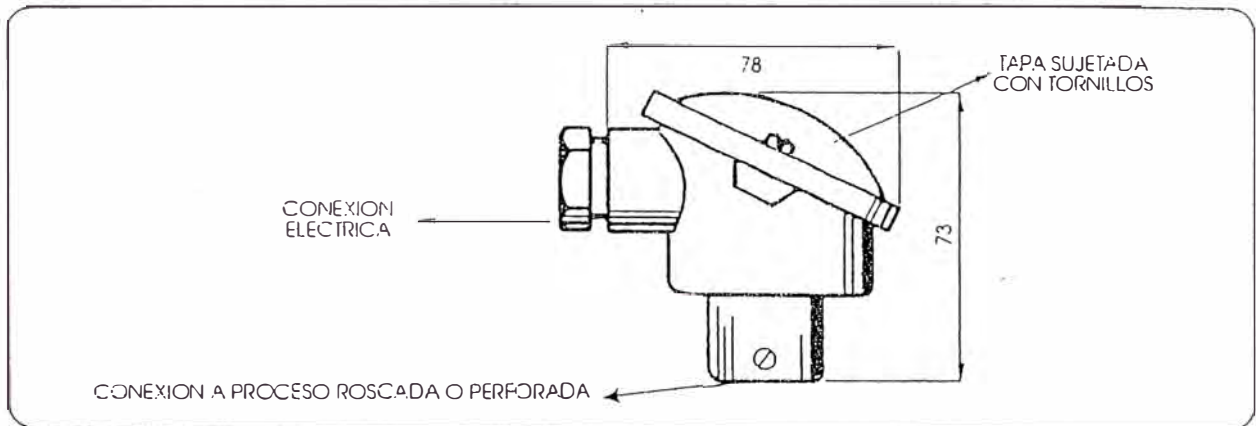
A continuación se describe cada uno de los modelos que FITBER S.R.L. posee en stock, los cuales se adaptan a los distintos tipos de aplicaciones.

### Cabezal Tipo Americano.



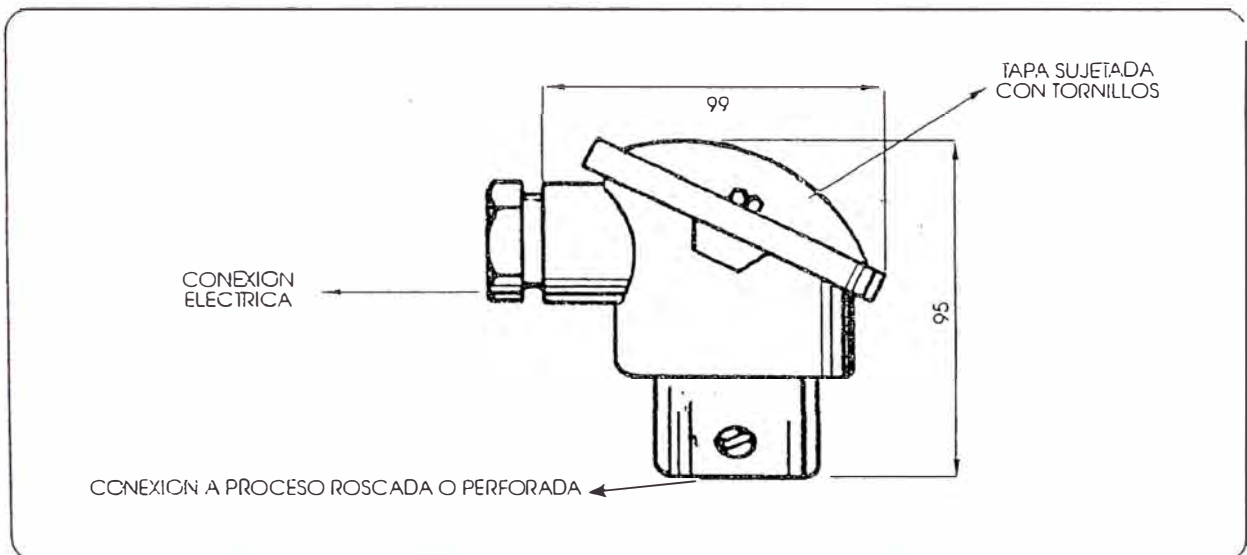
CARACTERISTICAS GENERALES	MATERIAL	CONEXION A PROCESO	CONEXION ELECTRICA
CABEZAL ROBUSTO, ESTANCO Y ANTIEXPLOSIVO, CON TAPA ROSCADA PARA VAINAS DE EXTREMOROSCADO. TEMPERATURA MAXIMA DE TRABAJO 200 °C.	FUNDICION ALUMINIO	ROSCA 1/2"BSP 3/4"BSP	PRENSACABLE
	FUNDICION DE HIERRO	ROSCA 1/2"NPT 3/4"NPT 1"NPT	ROSCA 1/2"BSP
			ROSCA 3/4"BSP

## Cabezal Tipo DIN B.



CARACTERISTICAS GENERALES	MATERIAL	CONEXION A PROCESO	CONEXION ELECTRICA
CABEZAL SEGUN NORMA 43729, CON TAPA ATORNILLADA. SUJETADO A LA VAINA POR MEDIO DE 2 TORNILLOS O DE ROSCA. TEMPERATURA MAXIMA DE TRABAJO 200°C. DIAMETRO MAXIMO DEL TERMOPAR 1,5 mm.	FUNDICION DE ALUMINIO	PERFORADA HASTA 21,5 mm	PRENSACABLE ROSCADO 3/4" NF
		ROSCADA 1/2" BSP	

## Cabezal Tipo DIN A.



CARACTERISTICAS GENERALES	MATERIAL	CONEXION A PROCESO	CONEXION ELECTRICA
CABEZAL ROBUSTO SEGUN NORMA 43729, CON TAPA ATORNILLADA. SUJETADO A LA VAINA POR MEDIO DE 2 TORNILLOS O DE ROSCA. TEMPERATURA MAXIMA DE TRABAJO 200°C.	FUNDICION DE ALUMINIO	PERFORADA HASTA 29,5 mm	PRENSACABLE ROSCADO 3/4" NF
		ROSCADA 1/2" BSP	

# APENDICE B15

## Cables de extensión.

TIPO	CLASE DE TOLERANCIA		RANGO DE TEMPERATURA	TEMPERATURA DE LA JUNTA DE MEDICIÓN
	A	B		
JX	$\pm 85 \mu\text{V} (\pm 1,5^\circ\text{C})$	$\pm 140 \mu\text{V} (\pm 2,5^\circ\text{C})$	-25 °C a + 200 °C	500 °C
TX	$\pm 30 \mu\text{V} (\pm 0,5^\circ\text{C})$	$\pm 60 \mu\text{V} (\pm 1,0^\circ\text{C})$	-25 °C a + 100 °C	300 °C
EX	$\pm 120 \mu\text{V} (\pm 1,5^\circ\text{C})$	$\pm 200 \mu\text{V} (\pm 2,5^\circ\text{C})$	-25 °C a + 200 °C	500 °C
KX	$\pm 60 \mu\text{V} (\pm 1,5^\circ\text{C})$	$\pm 105 \mu\text{V} (\pm 2,5^\circ\text{C})$	-25 °C a + 200 °C	900 °C

## Cables de compensación.

TIPO	CLASE DE TOLERANCIA		RANGO DE TEMPERATURA	TEMPERATURA DE LA JUNTA DE MEDICIÓN
	A	B		
KC1	--	$\pm 105 \mu\text{V} (\pm 2,5^\circ\text{C})$	0 °C a + 100 °C	900 °C
KC2	--	$\pm 105 \mu\text{V} (\pm 2,5^\circ\text{C})$	0 °C a + 150 °C	900 °C
FIC1/SC1	--	$\pm 30 \mu\text{V} (\pm 2,5^\circ\text{C})$	0 °C a + 100 °C	1000 °C
FIC2/SC2	--	$\pm 60 \mu\text{V} (\pm 5,0^\circ\text{C})$	0 °C a + 200 °C	1000 °C



## Identificación.

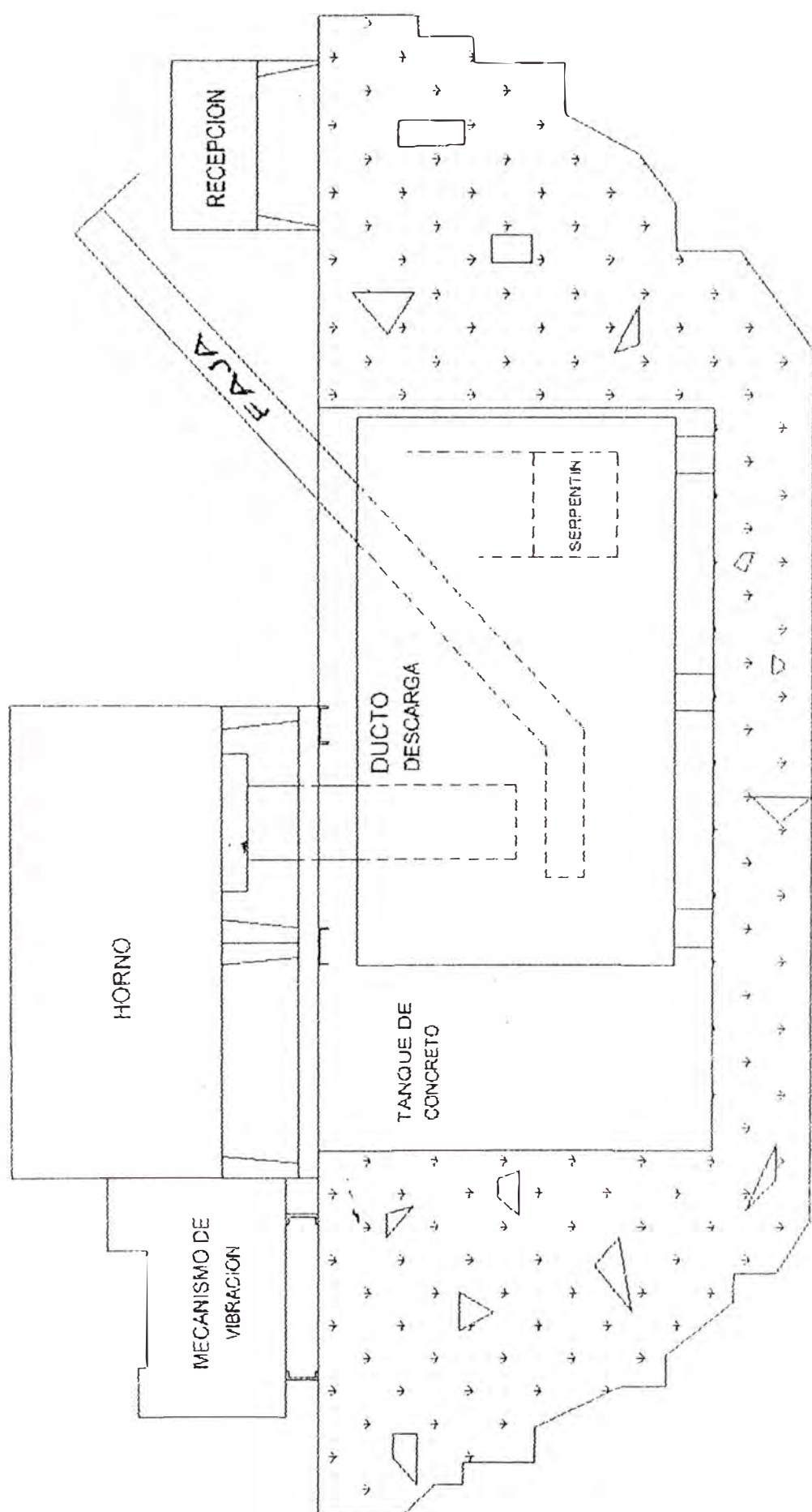
Los cables de extensión y compensados están aislados de diferentes materiales, los cuales se adaptan a las distintas condiciones ambientales donde serán instalados. Para esta aislación (interior y exterior) se emplean diferentes colores con el objeto de lograr una perfecta identificación del termopar a que se destinan.

La tabla de abajo describe el código de colores que representa a cada termopar de acuerdo con la Norma DIN 43710 y ANSI MC 96.1 75.

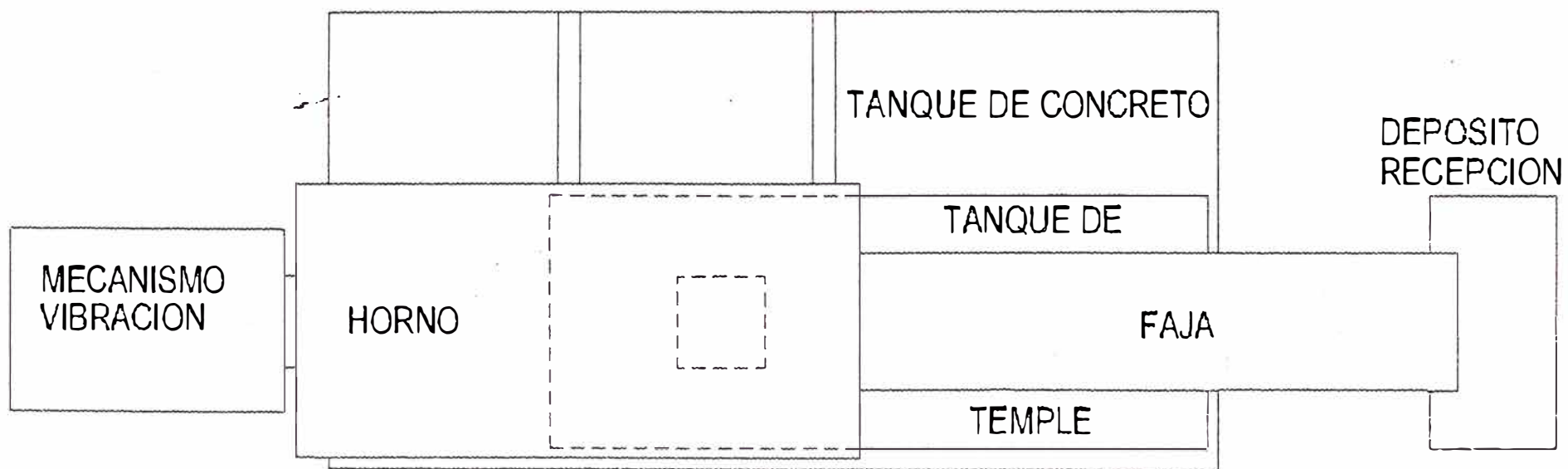
TIPO	TERMOPAR	CODIGO DE COLORES			
		DIN 43710		ANSI MC 96.1 75	
		INDIVIDUAL	CONJUNTO	INDIVIDUAL	CONJUNTO
JX	+ HIERRO	ROJO	AZUL	BLANCO	NEGRO
	- COBRE NIQUEL (CONSTANTAN)	AZUL		ROJO	
TX	+ COBRE	ROJO	MARRON	AZUL	AZUL
	- COBRE NIQUEL (CONSTANTAN)	MARRON		ROJO	
EX	+ NIQUEL CROMO (CROMEL)	----	-----	PURPURA	PURPURA
	- COBRE NIQUEL (CONSTANTAN)	----		ROJO	
KX/KC	+ NIQUEL CROMO (CROMEL)	ROJO	VERDE	AMARILLO	AMARILLO
	- NIQUEL ALUMINIO (ALUMEL)	VERDE		ROJO	
SC	+ PLATINO RHODIO 10%	ROJO	BLANCO	NEGRO	VERDE
	- PLATINO	BLANCO		ROJO	
RC	+ PLATINO RHODIO 13%	ROJO	BLANCO	NEGRO	VERDE
	- PLATINO	BLANCO		ROJO	

# APENDICE C1

## ESQUEMA DE MONTAJE



# VISTA DE PLANTA DEL MONTAJE



# APENDICE C2



## CANOPUS

Código 522	<b>Canopus</b>	<b>19</b>	Código 584	<b>Canopus</b>	<b>100</b>
Código 533	<b>Canopus</b>	<b>32</b>	Código 585	<b>Canopus</b>	<b>150</b>
Código 1544	<b>Canopus</b>	<b>46</b>	Código 0586	<b>Canopus</b>	<b>220</b>
Código 659	<b>Canopus</b>	<b>68</b>	Código 21340	<b>Canopus</b>	<b>320</b>
			Código 1548	<b>Canopus</b>	<b>460</b>

*La serie de productos **Canopus** consiste en bases minerales parafínicas altamente refinadas con un rango de grados de viscosidad de ISO 19 a 460. Estos aceites son adecuados para lubricación general donde un lubricante mineral puro resulte aceptable.*

### Aplicación del Producto

Los aceites **Canopus** son excelentes aceites parafínicos minerales de uso general. Estos productos se emplean como aceites de circulación, servicio moderado de templado de metales, como aceite de proceso en las industrias del caucho y del plástico. Esta serie ofrece una buena capacidad de filtrado con todos los filtros comerciales y tiene un rendimiento excepcional con tierras de Fuller. Los aceites **Canopus** tiene excelentes características de separación del agua que evita la formación de lodos en condiciones de baja temperatura donde la condensación resulta un problema importante. La baja tendencia a formar residuos de carbón hace de estos aceites ideales en aplicaciones como lubricantes de compresoras de aire. Su resistencia a la oxidación y su estabilidad ante el calor los hacen adecuados como fluidos transmisores de calor donde se recomiende aceites minerales no inhibidos. Otras aplicaciones para las que estos productos son recomendables incluyen lubricación de cojinetes, motores eléctricos, purificadores de aire, máquinas herramientas y transmisiones de cadenas. Estos productos también son adecuados como lubricantes de carter en motores estacionarios donde el agua se pueda acumular debido a la condensación, si es que se recomienda un aceite de calidad API SA.

### Descripción y Características del Producto

Los productos **Canopus** consiste en aceites minerales parafínicos altamente refinados y ofrecen buenas propiedades de separación del agua.

### Beneficios

- Bajo nivel de residuos de carbón
- Buenas propiedades de separación del agua.

### Recomendaciones y Aprobaciones del Producto

Los aceites **Canopus** se recomiendan para aplicaciones que requieran un lubricante parafínico mineral puro.

### Características Típicas

Canopus		19	32	46	68	100	150	220	320	460	
Código No.		522	533	1544	659	584	585	586	21340	1548	
	Método de Ensayo										
Apariencia		-----Pálido Claro-----					Pálido Oscuro				
Gravedad, API	D 1298	33,3	31,8	31,3	29,2	28,5	27,2	26,4	26,4	26,3	
Inflamación, °C	D 92	204	218	232	244	246	256	266	277	312	
Punto de Fluidez, °C	D 97	-9	-9	-6	-9	-6	-12	-9	-6	-9	
Viscosidad											
cSt a 40°C	D 445	21,3	31,9	48,0	66,0	103,7	155	231,6	325,8	497,6	
cSt a 100°C	D 445	4,2	5,5	7,0	8,4	11,4	14,8	19,3	24,2	32	
Índice de Viscosidad	D 2270	99	109	102	96	96	94	94	95	95	
Emulsión a 130°F	D 1401										
Tiempo de separación, min.		15	15	15	15	15	15	15	15	15	
Residuo de Carbón, peso%	D 524	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	

# APENDICE D1

## IDROQUIMICA INDUSTRIAL S.A.

AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA

Av. Encalada 950 Of. 101, C.C. Monterrico - Surco  
Telfa.: (51-1) 437-1294 / 437-2693 / 435-4217 Fax: 437-3426 E-mail: hisa@terra.com.pe



### HISA 1.227 SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO

Compuesto químico multifuncional, para la prevención de incrustaciones y corrosión. Ayuda a mantener limpias las superficies de los sistemas de enfriamiento de agua en la industria, reduce los costos de mantenimiento y prolonga la vida útil del equipo. La formulación química a base de polímeros carboxílicos y fosfonatos orgánicos dan un amplio rango en la antiprecipitación, defloculación y dispersión de las sales que tienden a formar depósitos en sistemas de circulación de agua, tanto en medios alcalinos y ácidos.

#### INHIBE LAS INCRUSTACIONES Y MODIFICA LOS CRISTALES

Tiene mayor acción secuestrante de los metales (Ca, Fe, Ba, Mn, etc.) que los polifosfatos, teniendo estabilidad hidrolítica a largo plazo sobre las sales que forman incrustaciones, al no dejar formar cristales simétricos, permitiendo que los precipitados sean amorfos o distorsionados y no se junte entre ellos. Dispersa la arena y otros sólidos suspendidos.

#### DESCRIPCION GENERAL

Es una mezcla de fosfonatos orgánicos y polímeros carboxílicos con inhibidores de corrosión. No contienen cromatos.

Color	.....	Líquido marrón
Densidad	.....	9.6 Lbs/galón
PH (1% solución)	.....	10.0

#### DOSAJE:

Varía de acuerdo al agua de alimentación.

Nuestro personal técnico recomendará el dosaje requerido basado en el índice de estabilidad. El dosaje varía desde 3 ppm a 100 ppm.

#### MANIPULEO

Trátese con cuidado. Es un producto alcalino, evite el contacto con los ojos y cara. Al contacto lávese con abundante agua.

#### ENVASES

Cilindros de polietileno de 55 galones (240 kg.)

# HIDROQUIMICA INDUSTRIAL S.A.

AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA

Av. Encalada 960 Of. 101, C.C. Monterrico - Surco  
Telfs.: (51-1) 437-1294 / 437-2693 / 435-4217 Fax: 437-3428 E-mail: hisa@terra.com.pe



## HISA 1426

### CONTROL DE ALGAS, BACTERIAS Y HONGOS EN SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO

**HISA 1426** Es un compuesto químico muy efectivo para evitar el crecimiento de algas y limos, elimina las ya desarrolladas en las torres de enfriamiento de agua.

Es un biocida no oxidante, que tiene acción penetrante y dispersante que remueve los depósitos formados por bacterias anaeróbicas causando de serios problemas de corrosión.

Trabaja en medios alcalinos y ácidos, en un amplio rango de pH.

Es un producto permitido cuando los desagües se emplean en la agricultura

#### PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

pH	.....	6.5
Densidad	.....	3.63 kg./gal

#### DOSAJE

⊕ Para eliminar el limo y algas ya formadas, deberá usarse entre 200 a 400 ppm como dosaje inicial. Para luego continuar con 50 a 100 ppm. semanalmente dependiendo del crecimiento de los microorganismos.

⊕ Para una dosificación continua, dependerá de la concentración del agua y del porcentaje de purgas.

La dosificación inicial es de 200 ppm. sobre el volumen total para después bajar hasta 50 ppm.

Nuestro personal técnico en base a ensayos recomendará la dosis adecuada por cada periodo de tiempo.

#### ALIMENTACIÓN

Agregar el producto a la bomba de circulación o en cualquier punto donde se produzca una mezcla uniforme.

#### MANIPULEO

Puede causar irritación en los ojos y en la piel. En caso de contacto lavarse la parte afectada con abundante agua.

#### PRESENTACIÓN

Cilindro por 55 galones (200 kg.)

# APENDICE D2

## HISTORIAL

MODEPSA S.A

CODIGO: HOR-03		MANTENIMIENTO CORRECTIVO - HISTORICO		
MAQUINA: HORNO ELECTRICO DE TREMPLADO		SECCION: FRIO		MES:
DIA	ELEMENTO O SUBCONJUNTO	DESCRIPCION	OBSERVACIONES	OPERARIO
29/09/00	-RESISTENCIA Y PLATINA DE COBRE MAS ELECTRICAS	-MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	-SE DESARRO SE ENDO MEDIANTE DELAS RESISTENCIAS 2.3 mm Y DEL AISLADOR REFUNDARIO SE MANDO A FORNICO.	GOTIFRIZ
16/10/00	-BOMBA PRINCIPAL DEL SERPENTIN DE CIRCULACION DE AGUA	-SE QUEJEO SE DESARRO EN PAISOS A RELOJANDO	-SE QUEJEO POR ESPAS TRABAJANDO EN DOS FASES QUISO OPERATIVO 18/10/00	GOTIFRIZ
17/04/01	TODO EL HORNO EN SU TOTALIDAD.	-MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	SE QUEJERON Y FUNDIA DE RESISTENCIA SE COLMO LA TUBERIA EN LA PATA SE HIZO LIMPIEZA AL TANQUE SE LIMPIARON CON CONTACTO DE TABLERO SE COLECO UN PIN DE LA TUBERIA FALTA SE COLECO EN LA TUBERIA CAIDA SE ENDETRON LAS PLATINA DE LA PATA TEMPORAL SE ENDETRON LA PLATINA TORCIDA DE LA PATA SUPERIOR EN LA ENTRADA DURDO OPERATIVO EL 26/04/01	GOTIFRIZ
18/06/01	ROTOR BOMBA PRINCIPAL DEL SERPENTIN DE AGUA	COMENZO A SONAR Y A VIBRAR SE CARBIO RODAMIENTOS (O2).	SE REGULO ELGUMON PARA 4.5MP. MINEJNO	GOTIFRIZ
25/06/2001	ROTOR BOMBA PRINCIPAL DEL SERPENTIN DE AGUA	SE FUE ATIVADO UNA BOMBA POR ESTAR CON JUEGO LAS TORRES Y FUEGO	ROTOR DEFECTUOSO EL 25/27/06/2001	GOTIFRIZ



INFORME DIARIO DEL MANTENIMIENTO

MODEPSA S.A.C.

**Nº 000344**

CODIGO DEL EQUIPO:		OPERADOR:	
MAQUINA:		SECCION:	
FECHA:	F. PARADA	F. MARCHA:	
ELEMENTO O SUBCONJUNTO:			
DESCRIPCION :			
OBSERVACIONES :			

MANTENIMIENTO

### TARJETA DE DATOS DEL EQUIPO

CODIGO <b>H02-03</b>	TIPO DE ENERGIA DE CONSUMO <b>220V TRIFASICO</b>	MAQUINA <b>HORNO ELECTRICO</b>
MARCA <b>GUINEA Hnos. INGENIEROS S.A</b>	MODELO <b>2147 SHOKER-S</b>	OPERADOR <b>GUTIERREZ Y ORTIZ</b>
AÑO DE FABRICACION <b>1969</b>	AÑO DE ADQUISICION <b>1999</b>	AÑO DE PUESTA EN MARCHA <b>2000</b>
UBICACIÓN DE TRABAJO <b>TRATORIENTES TÉCNICOS</b>	CAPACIDAD INSTALADA <b>POTENCIA 35KW Y TEM. MAX 1000°C</b>	PROCEDE EN IC IA <b>ESPAÑA.</b>
AREA REQUERIDA DE TRABAJO <b>4.0m x 2m</b>	FUNCION QUE REALIZA <b>TEMPER PERNOS, TUERCAS, ETC.</b>	
OBSERVACIONES Y COMENTARIOS		


# APENDICE E1

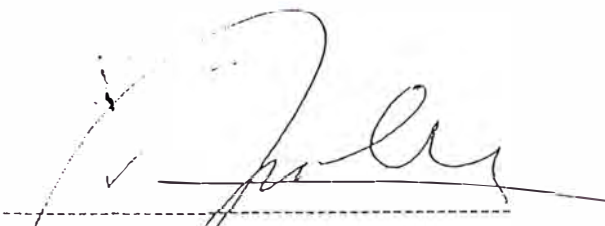
CLIENTE: MODEPSA S.A. ✓  
DIRECCION: CA DELTA 185 PQE. ✓  
DE LA IND. Y COMERCIO ✓  
CALLAO PERU R.U.C. # 10024749 ✓

FACTURA No.006252  
FECHA: 05-10-1999  
FORMA DE PAGO:  
B/L TF9921800812  
TRANSPORTE: MARITIMO

DESCRIPCION	VENTA USD
01- HORNO DE TRATAMIENTO TERMICO MARCA GUINEA ELECTICO, TIPO SHAQUER-35 2147 CON SU EQUIPO DE VIBRADOR, TABLERO DE CONTROL, ADEMAS DE TANQUE O DEPOSITO DE ACEITE CON BOMBA DE RECIRCULACION Y RADIADOR DE ENFRIAMIENTO. CENTRIFUGA PARA DESENGRASAR LAS PIEZAS A TEMPLAR, BANDA MOTORIZADA DE EXTRACCION DE PIEZAS EMPLADAS, HORNO DE REVENIR TIPO ARLU 2-0/27 2149 CON TABLERO DE CONTROL COMPLETO Y 3 BALDES DE ACERO TERMICO. 01- EQUIPO DE ENDEREZADO Y CORTE HASTA 16 mm, COMPLETO CON PORTAROLLOS, ENDEREZADO CON MOTOR, DISPOSITIVO DE CORTE MESA DE ALMACENAMIENTO DE VARILLAS. 01- MAQUINA DOBLADORA DE CUPILLAS MARCA GREFE, CON SUS ACCESORIOS. 01- MAQUINA RECTIFICADORA DE MATRICES MARCA ZINEN CON SUS ACCESORIOS. 01- MAQUINA CORTADORA AUTOMATICA MARCA FICEP COMPLETA CON MESA Y ADITAMENTOS. (TODAS USADAS, COMO ESTAN Y DONDE).	USD 20,000.00
	SUB-TOTAL: USD 20,000.00
	I.V.A.: 0% -----0-----
	TOTAL A PAGAR: USD 20,000.00

EXACTOS VEINTE MIL CON 00/100 US DOLLARS

  
RECIBI CONFORME

  
TECNITORNILLOS, S.A.



# APENDICE E2

## REPORTE DE COSTOS DE MATERIALES Y SERVICIOS PARA PUESTA EN MARCHA

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	P.U(\$)	P.T(\$)
1	Ladrillos Repsa Recto de 9" x 4 1/2" x 2 1/2"	Pza	50	1.83	91.50
2	Mortero Repsa Hawarco Bon (40Kg/saco)	Sco	1	36.00	36.00
3	Repsa Castable Alta Alúmina (40Kg/saco)	Sco	4	31.28	125.12
4	Loza Ceramica de Alta Alúmina	Pza	100	3.50	350.00
5	Resistencia de Nicrom #10 VDM Aleman 80/20	Kg	6	70.00	420.00
6	Termocuplas con Aisladores refractarios (Hogar)	Pza	4	76.00	304.00
7	PL Acero Refractario AISI 310 de 3/16" x 1.5m x 1m	Kg	53	14.50	768.50
8	Termocuplas con Aisladores refractarios (medio de temple)	Pza	1	55.00	55.00
9	Soldadura Inox Cw de 1/8"	Kg	3	12.15	36.45
10	Varrilla de Acero Inoxidable 316L de Ø 1"	Kg	16	4.60	73.60
11	Cable de Compensacion	m	12	3.85	46.20
12	Controlador de temperatura (Pirometro)	Pza	2	315.00	630.00
13	Indicador de Temperatura	Pza	1	223.00	223.00
14	Contactador Telemecanique de 115 amperios	Pza	2	192.91	385.82
15	Contactador Telemecanique de 25 amperios	Pza	5	35.75	178.75
16	Accesorios Electricos (varios)	Pzas	1	255.00	255.00

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	P.U(\$)	P.T(\$)
17	Tuberias y Accesorios de Fierro Galvanizado	Varios	1	168.00	168.00
18	Estructuras y Perfiles ( para soportes)	Varios	1	112.00	112.00
19	Servicios a Terceros	Varios	1	143.00	143.00
20	Mano de Obra	Varios	1	2130.00	2130.00
<b>TOTAL</b>					<b>\$6,531.94</b>

# APENDICE E3

05/31/02 13:54 X 464 1181

--> MODEPSA

P. 01

## REFRACTARIOS PERUANOS S.A.



Av. Materiales 2828 Carmen de la Legua Callao

Teléfono 452-3570 / Fax 464-1181

### COTIZACION

Para: MODEPSA

Fax: 451-4646

Atención: SR. MARIO BONILLA

Fecha: 31-05-2002

De acuerdo a su solicitud le estamos remitiendo nuestra cotización por lo siguiente:

Item	Cantidad	Descripción	Precio Unitario (US\$)	Precio Total (US\$)
1	4 sacos	REPSA CAST. ALTA ALUM. 2-07 (40 kg/saco)	31.28	125.12
Valor de venta (US\$) ex fábrica				125.12

Los precios indicados no incluyen el I.G.V.

Plazo de entrega: Inmediato, salvo venta previa.

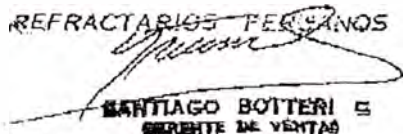
Condición de pago: Contado contra entrega o depósito en nuestra cuenta corriente en dólares BANCO DE CREDITO DEL PERU: 191-0637231-1-86.

Valldez de oferta: 15 días.

Esperando que nuestra propuesta sea de su conveniencia, aprovechamos la oportunidad para renovarles nuestra disposición para servirlos.

Atentamente,

REFRACTARIOS PERUANOS S. A.

  
SANTIAGO BOTTERI  
GERENTE DE VENTAS

REFRACTARIOS PERUANOS S.A.



REFRACTARIOS PERUANOS S.A.

AV MATERIALES 2828 CALLAO

AR-2654/2003

E-mail: [ventas@rpsa.com.pe](mailto:ventas@rpsa.com.pe)

FECHA: 7/7/2003

**COTIZACION**

SEÑORES :MODEPSA  
 FAX: :451-4646  
 ATENCION: :Ing. Mario Bonilla

De acuerdo a su solicitud le estamos remitiendo nuestra Cotización por lo siguiente:

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNID.	PRECIO UNIT.	IMPORTE TOTAL
1	REPSA HARWAÇO BOND (40 Kg/sco)	1	Scs	36.00	36.00
2	REPSA RECTO 9x4 1/2x2 1/2	100	Pza	1.83	183.00

**TOTAL US DÓLAR EX-FABRICA**

**219.00**

LOS PRECIOS INDICADOS NO INCLUYEN EL I.G.V.

CONDICIONES DE PAGO: AL CONTADO CONTRA ENTREGA O DEPOSITO EN NUESTRA CUENTA CORRIENTE EN US DÓLAR N° 181-0837231-1-88 DEL BANCO DE CREDITO DEL PERU.

VALIDEZ DE LA OFERTA: 15 DIAS

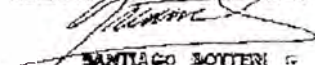
PLAZO DE ENTREGA: INMEDIATO, SALVO VENTA PREVIA.

NOTA : 1. CON EL PROPOSITO DE ATENDERLOS MEJOR, SIRVANSE ANOTAR LA MISMA DESCRIPCION DE NUESTRO PRODUCTO EN VUESTRA ORDEN DE COMPRA  
 2. TODOS LOS PRODUCTOS SE ENTREGAN EN NUESTRA PLANTA.

Nos es grato proporcionarles la presente cotización la misma que recoge sus requerimientos de materiales refractarios y expresa la manera en que ellos podrían ser atendidos.  
 Nos permitimos aprovechar la oportunidad para agradecerles su preferencia por los productos "REPSA" y para renovarles nuestra disposición de servirlos.

De Uds. Attos. y Ss. Ss.

REFRACTARIOS PERUANOS S.A.

  
 SANTIAGO BOYTANI  
 GERENTE DE VENTAS

"REFRACTARIOS PERUANOS S.A."  
 "47 años al servicio de la industria"





# "HIDROQUIMICA INDUSTRIAL" S.A.



Industrial División

OFICINA : Av. Encalada 950 Of. 101, C. C. Monterrico - Surco  
 Telfs.: (51-1) 437-1294 / 437-2693 / 435-4217 Fax: 437-3426  
 E-mail: [hisa@terra.com.pe](mailto:hisa@terra.com.pe)  
 E-mail: [hisa2@terra.com.pe](mailto:hisa2@terra.com.pe)

FABRICA : Zona Industrial Ventanilla - Telf.: 553-8415

HISA/3657/03

Lima, 15 de setiembre del 2003

Señores  
**MODEPSA**  
 Presente.-

Atención: Ing. Mario Bonilla

Estimados Señores:

Nos es grato dirigirnos a ustedes para hacerles llegar información técnica – económica de productos químicos para mejorar su sistema de enfriamiento.

## INHIBIDOR DE CORROSIÓN E INCRUSTACION

**HISA 1227** Compuesto químico multifuncional para prevención de incrustaciones y corrosión; ayuda a mantener limpias las superficies de transferencia de calor de los sistemas de enfriamiento de agua en la industria, reduciendo el costo de mantenimiento y prolongando la vida del equipo. La formulación química a base de polímeros carboxílicos y fosfonatos orgánicos dan un amplio rango en la antiprecipitación, defloculación y dispersión de las sales que tienden a formar depósitos en sistemas de circulación de agua en medios alcalinos y ácidos. Producto formulado con materia prima de la firma Biolab – Inglaterra, bajo norma y presentación de los mismos.

## BIOCIDA - BIODISPERSANTE

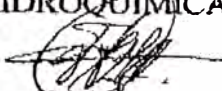
**HISA 1426** Compuesto químico muy efectivo para evitar el crecimiento de algas, limos y microorganismos desarrollados en la torre de enfriamiento de agua.

Producto	Dosis	Presentación	Precio por Kilo
HISA 1227	Inicial: 200 gr/m <sup>3</sup> Cont.: 100 gr/m <sup>3</sup>	Envases por 30 kgs	US\$ 6.00 + IG.V.
HISA 1426 (*)	Inicial: 200 gr/m <sup>3</sup> Cont.: 100 gr/m <sup>3</sup>	Envases por 30 kgs	US\$ 14.00 + IG.V.

(\*) Se debe aplicar 2 veces por semana, Martes y Jueves.

Sin otro particular, quedamos para cualquier consulta y/o requerimiento.

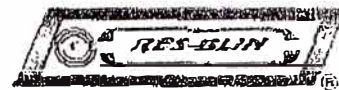
Atentamente,  
 HIDROQUIMICA INDUSTRIAL S.A.

  
 Ing. Enrique Salas Room  
 Gerente de Ventas  
 E-mail: [e.salas@hidroquimica.com](mailto:e.salas@hidroquimica.com)  
 Web: [www.hidroquimica.com](http://www.hidroquimica.com)





**CIA. CERAMICA ELECTRICA  
Y  
RESISTENCIAS BLINDADAS S.R.L.**



Resistencias Eléctricas para Uso Doméstico e Industriales

**Cerámica, Nicron, Cabul y Refractarios Industriales de Alta Resistencia al Calor**

Calle Tokio Mz. C Lt. 06 Urb. Hirohito Km. 22 Av. Túpac Amaru - Carabayllo - Lima  
Telf.: 547-4834 Telefax: 547-4124

Lima, 6 de Diciembre de 2001

**SEÑORES:**

**MODEPSA S.A.C**  
Calle Delta # 185, Urb. Parque Internacional  
Telf. 4645532-4645532 Fax.4514646 -Callao

**SEÑOR: Juan Assaute**  
**Asunto: Cotización de cerámica Refractaria**

Presente.-

De nuestra mayor consideración .

Remitimos a usted la siguiente cotización:

CANTIDAD (UNIDADES)	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO		
140	Lozas de cerámica Refractaria de alta lumina a 1250 °C de trabajo. <b>MEDIDAS:</b> Diámetro Ext: 94 mm 6 orificios, con diámetro de 18 mm. 2 orificios, con diámetro de 7.2 mm.	Precio (por c/u \$ 3.50) Más I.G.V (18%)	\$ 490.00 \$ 88.20
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 578.20</b>
06	Kg. de Nickron VDM 80-20 ALEMAN B&S # 10 <b>MEDIDAS:</b> Diámetro: 2,6 mm Ohmios / metro 0.25584	Precio (por Kilo \$ 65.00) Más I.G.V (18%)	\$ 390.00 \$ 70.20
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 460.20</b>
06	Kg. servicio de enrollado (espiralado de nicron) <b>MEDIDAS:</b> Diámetro ext: 17.00 mm Diámetro int: 11.80 mm	Precio (por kilo \$ 15.00) Más I.G.V (18%)	\$ 90.00 \$ 16.20
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 106.20</b>
	<b>NOTA:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de entrega 2 días después de la fecha de la orden de compra.</li> <li>• Forma de pago contado contra entrega.</li> <li>• Girar cheque a nombre de José Chuquipuma Riese.</li> </ul>		

ATTE :

**José Chuquipuma Riese**  
Representante



# RINDESA E.I.R.L.

JR. LAS AMATISTAS N° 286 - BALCONCILLO - LIMA 13  
TELF.: 266-0208 / FAX: 266-0209

**FABRICACIÓN, RECONSTRUCCIÓN DE RESISTENCIAS ELÉCTRICAS INDUSTRIALES**  
RESISTENCIAS: TIPO BANDA, CARTUCHOS, TUBULARES PARA INMERSIÓN Y SUPERFICIE, RESISTENCIAS INFRAROJAS, THERMOCUPLES TIPOS "J", "K", "PT100", ENCHUFES BLINDADOS, PIRÓMETROS Y CABLES PARA ALTA TEMPERATURA.

*La Victoria 13 de abril del 2002*

## PRESUPUESTO N° O1936

Señor : **MODEPSA S.A**  
Atención : **Ing. BONILLA**  
Tiempo de Entrega : **02 DIA UTIL RECIBIDA O/C**  
Forma de pago : **FACTURA A 30 DIAS**  
Tipo de Moneda : **DOLARES AMERICANOS**

Estimados Señores:

Por medio del presente le enviamos el siguiente presupuesto solicitado:

ANTIDAD	DESCRIPCIÓN	P. UNITARIO
04	Termocuplas tipo "K" termopar Ø 1/8 x 55cm. De largo, cubierto con aisladores de ceramica IMPORTADA de doble ducto. Marca HONEYWELL Made in USA.....	US\$ 76.00

MAS I.G.V. 18%

Por otro en particular y a la espera de sus gratas ordenes nos despedimos de Uds. muy atentamente:

**CARLOS QUITO M.**  
REPRESENTANTE DE VENTAS

E-MAIL [rindesa@terra.com.pe](mailto:rindesa@terra.com.pe)



R. BANDA



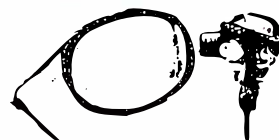
R. TUBULAR



R. CARTUCHO



R. INFRAROJAS



THERMOCUPLES



ENCHUFE BLINDADO

# PLANOS

Dirección de Carga

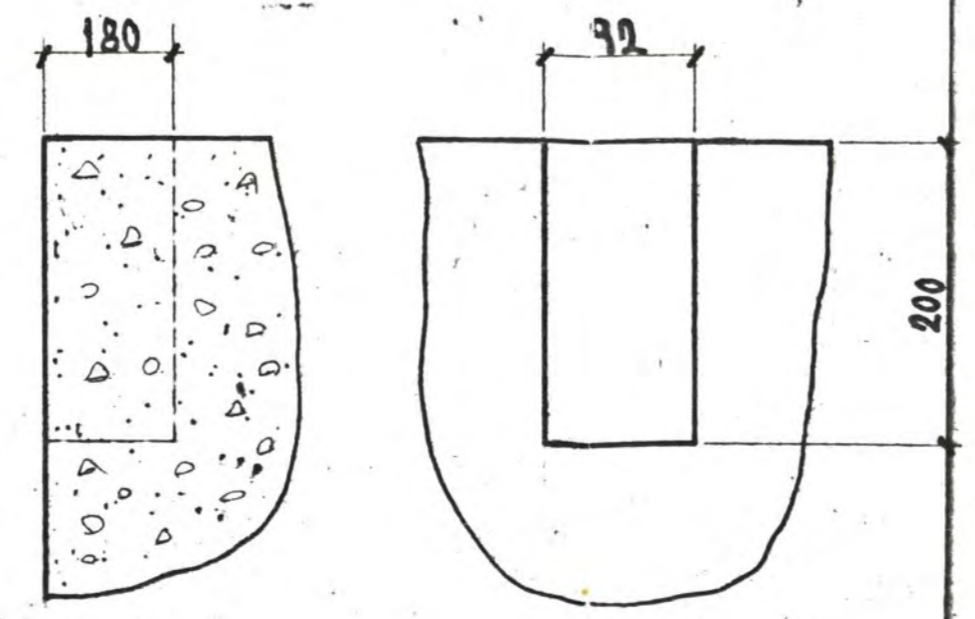
I de 180 x 80 x 6,5

Nivel del suelo ± 0

Redonda de 10φ x 60 Lon.  
 Chapa estriada para cubierta de fosos. El espesor y dimensiones exteriores así como su fijación, a determinar por el cliente.

Taco de 20 x 4 x 50

L de 60 x 80 x 6



DETALLE-A

SECCION-B-B

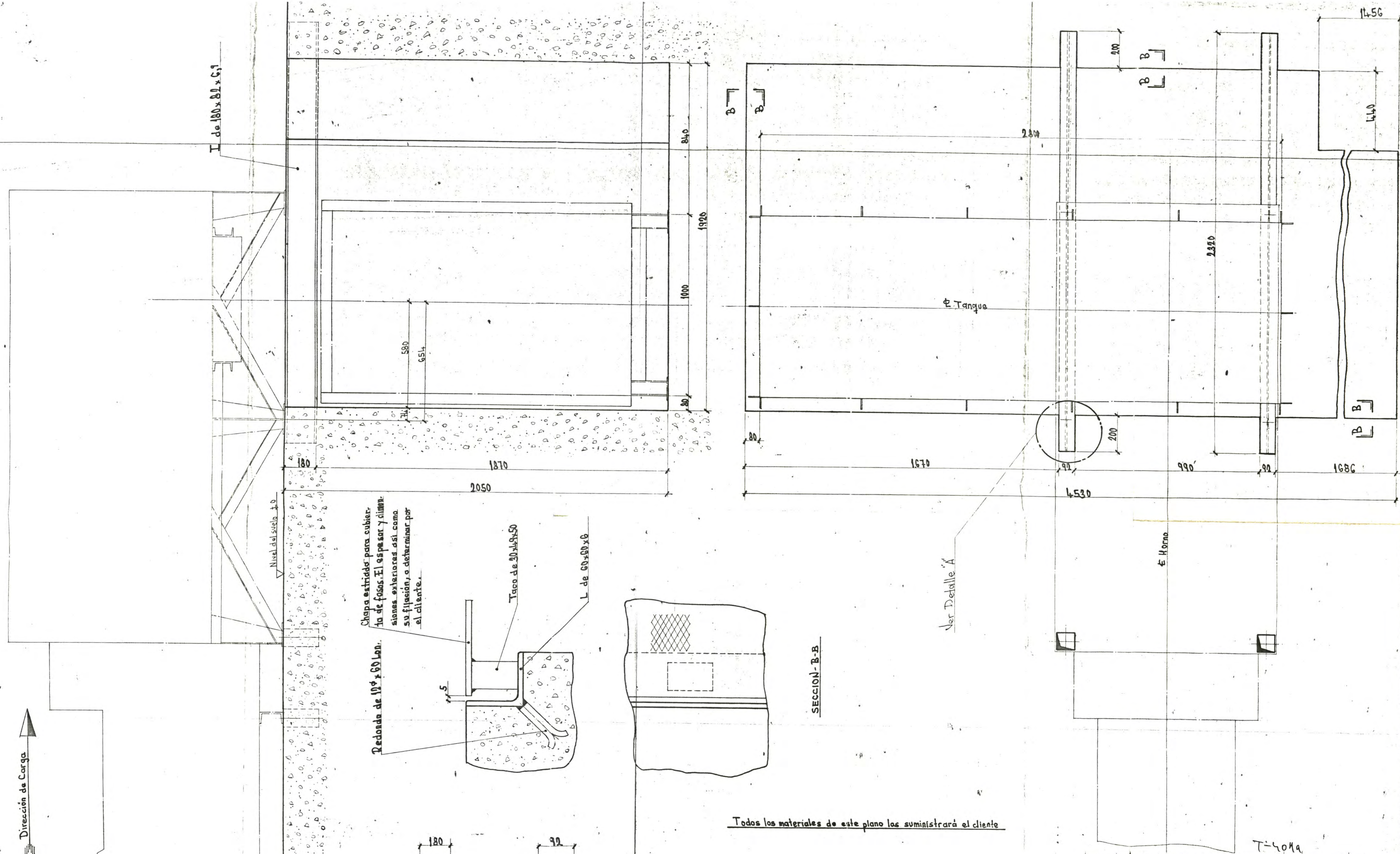
Todos los materiales de este plano los suministrará el cliente

PESO APROXIMADO DEL HORNO 10.000 Kgs.

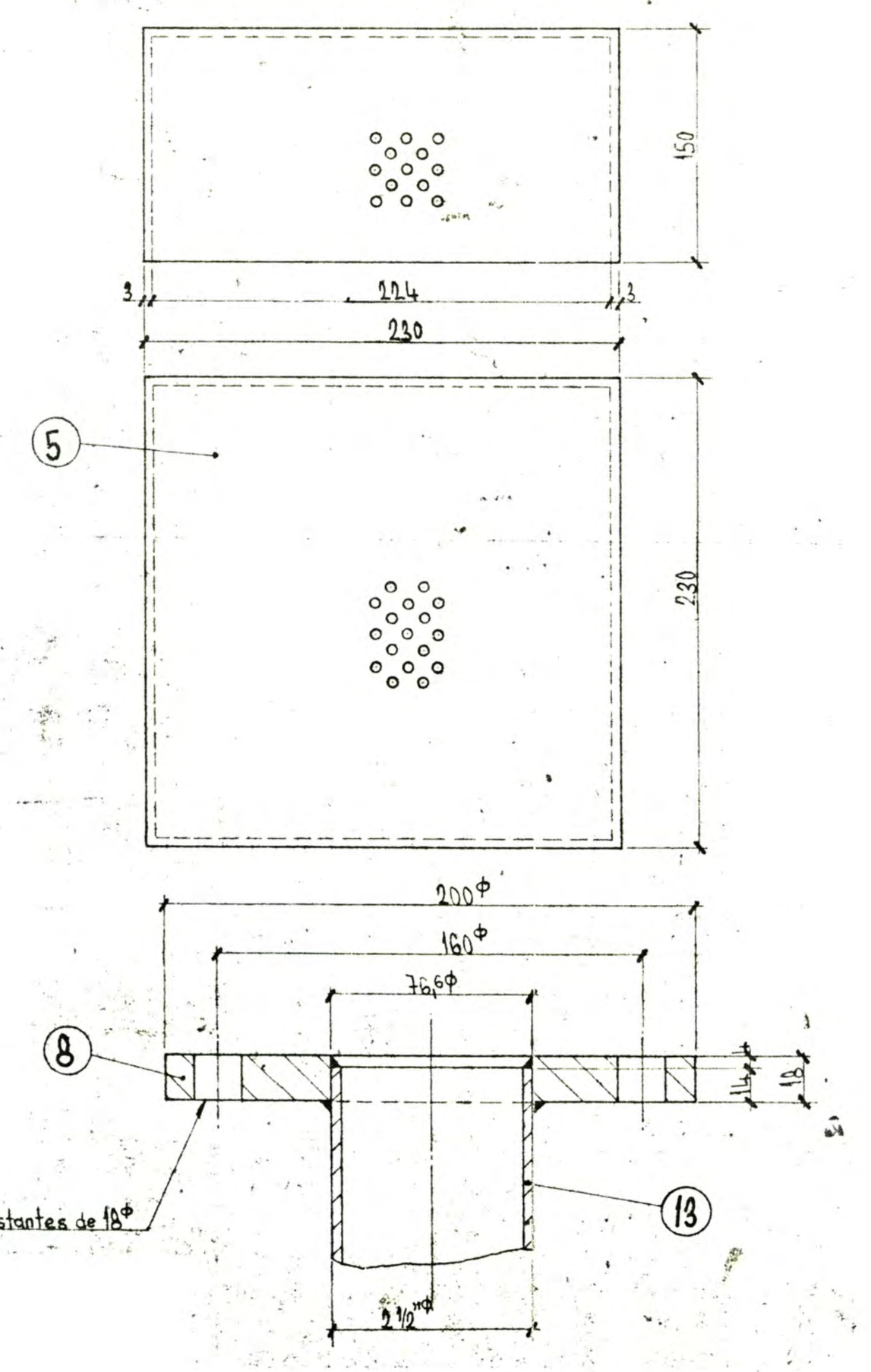
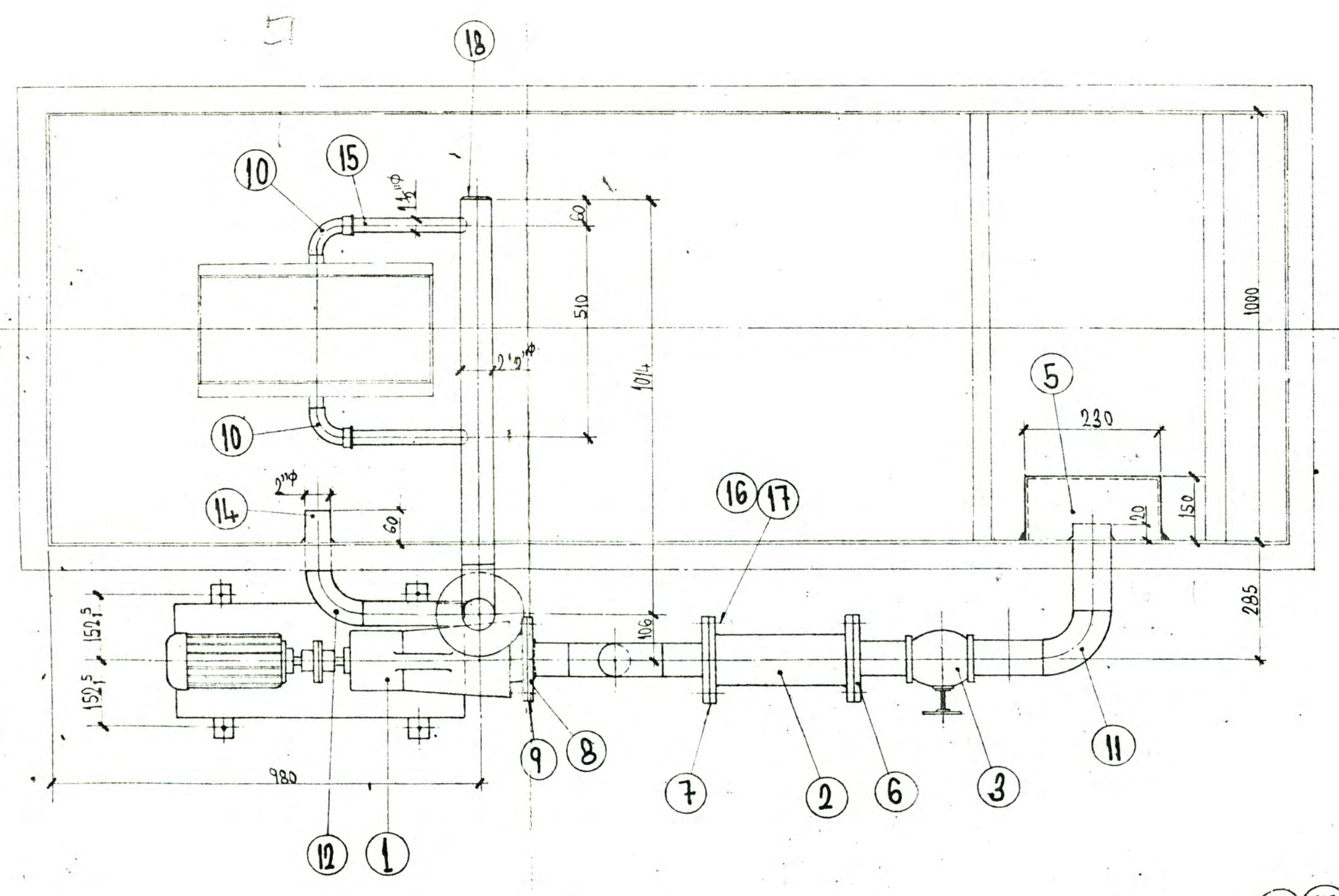
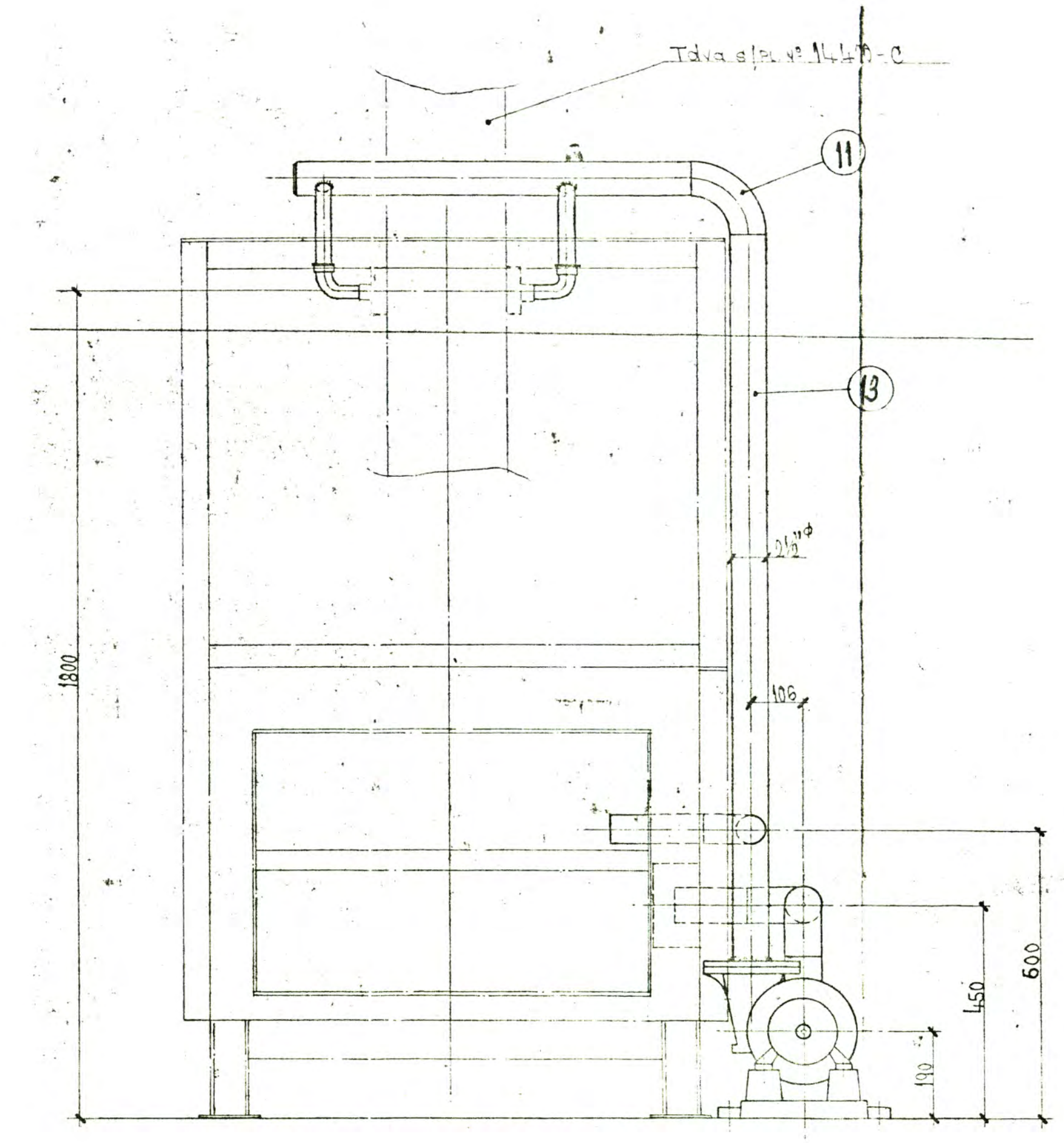
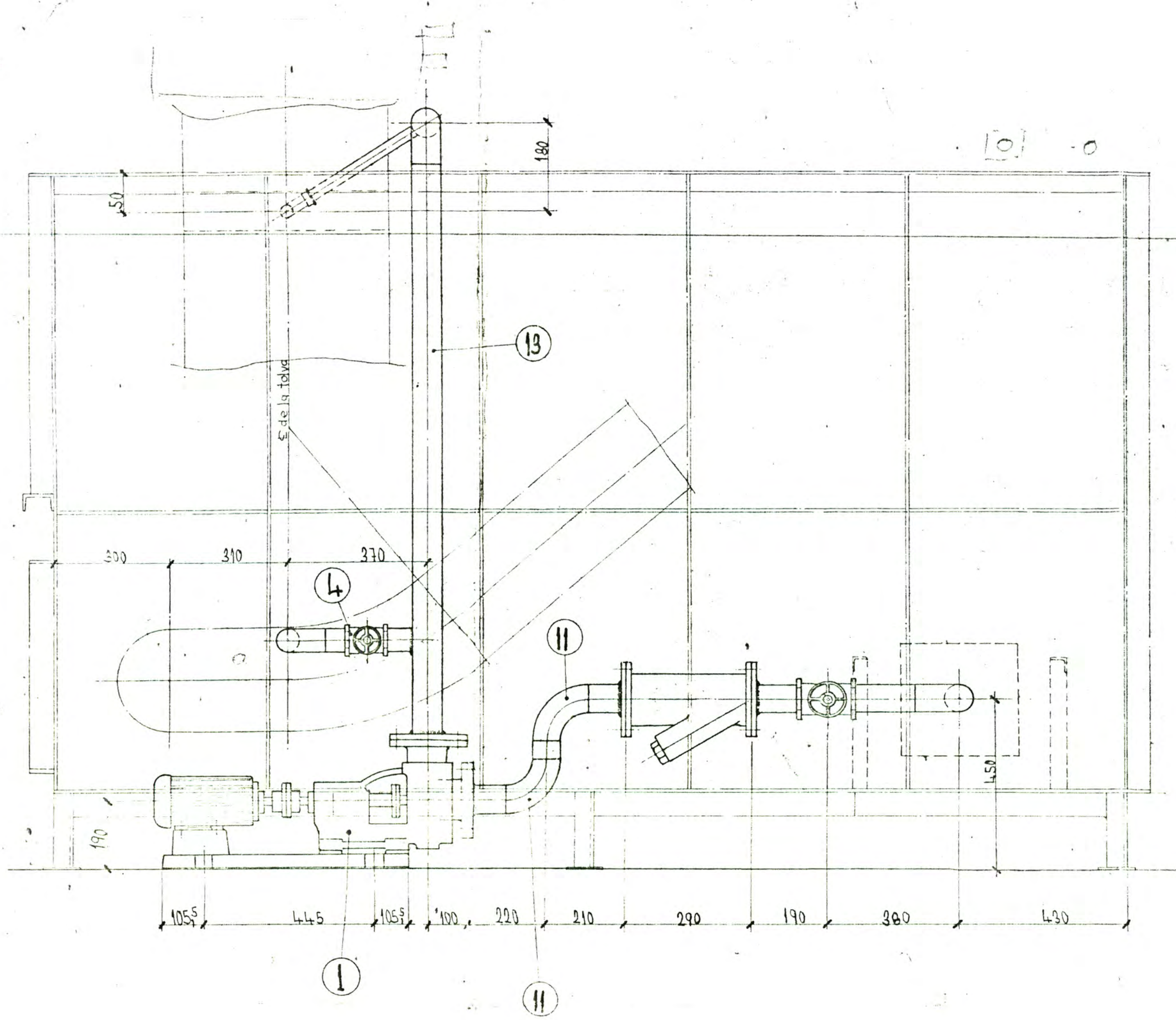
PESO APROXIMADO DEL TANQUE 2800 Kgs.

Ver Detalle A

± Horno

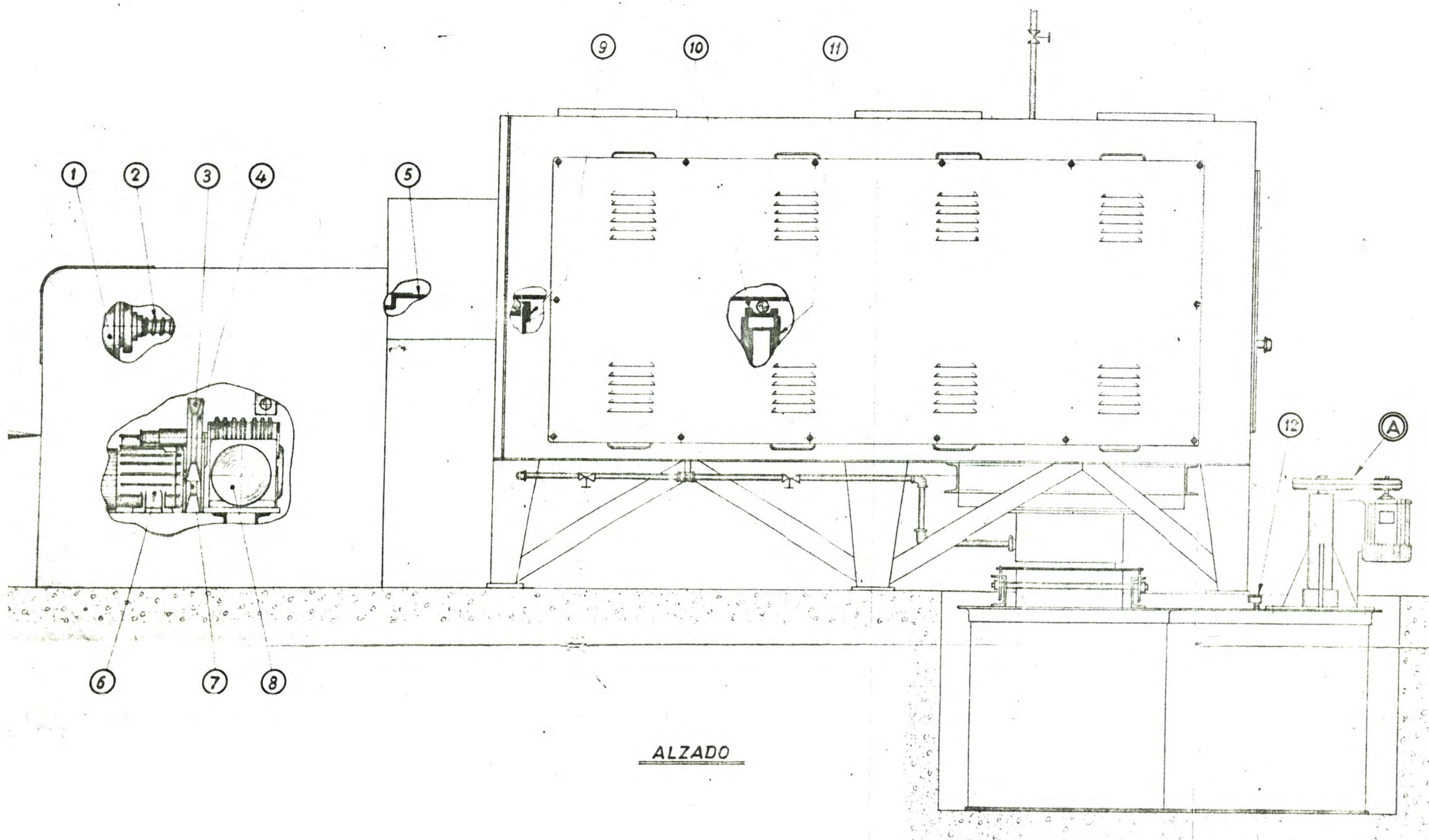


Clave	N.º P	Denominación	Marca	Material	Modelo	Peso
		GUINEA HERMANOS INGENIEROS - BILBAO				
		TAN-E 4.000				
Escala		Fecha		Nombre		
1:1		6-7-78		[Signature]		
1:2						
FUNDACIONES						N.º 17.090-B
						Cpto. N.º
ORDEN DE TRABAJO N.º						HOJA DE MATERIALES N.º

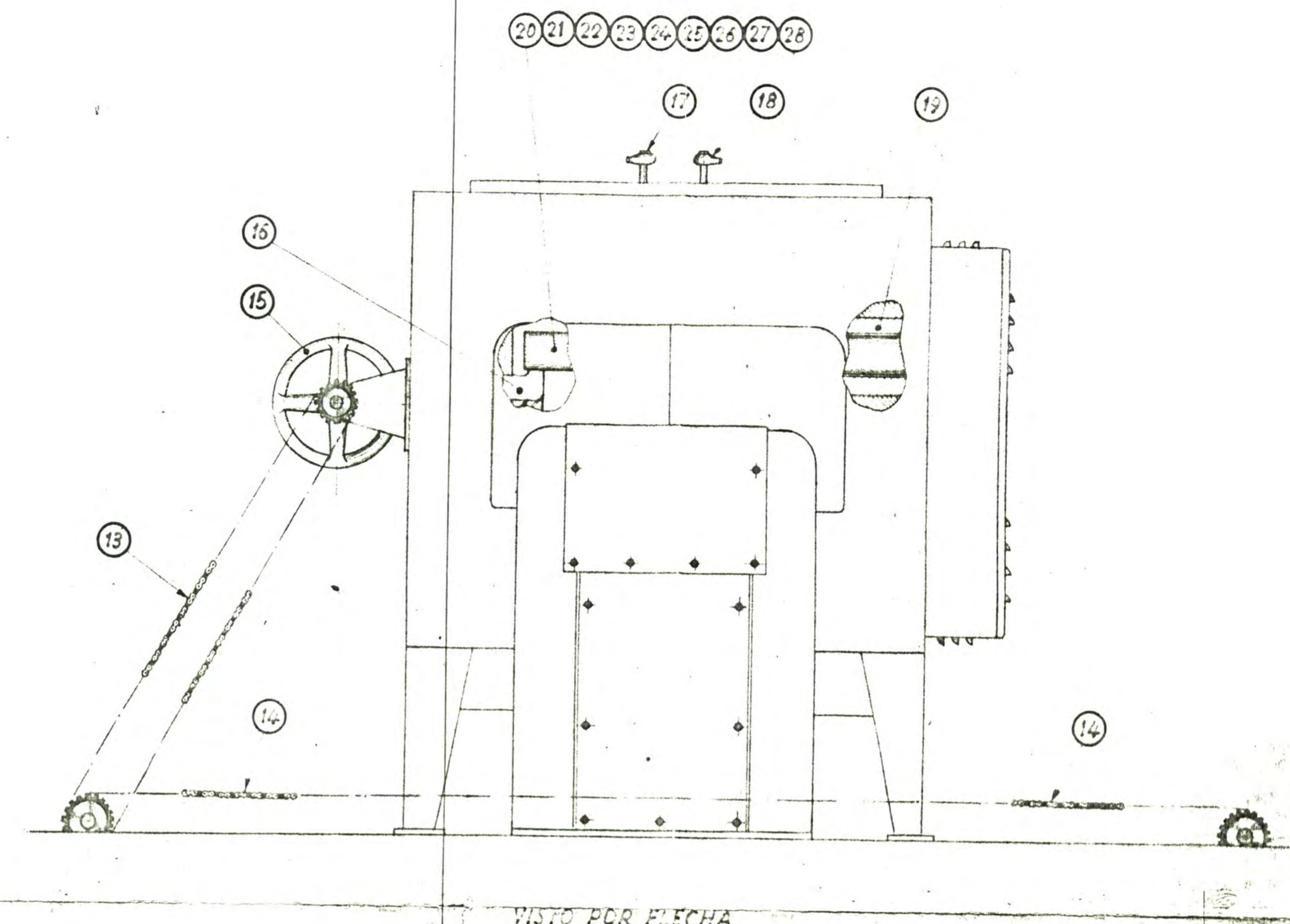


(16) (17) 4 Agujeros equidistantes de 18"

Clave	N.º	Denominación	Marca	Material	México	Peso																																																								
10A23	1	Chapa de 5 x 69"		F-III																																																										
32B16	16	Tuerca de M-16 flexag.		Acero																																																										
30C84	16	Tornillo de M-16 x 60 Long. flexag.		Acero																																																										
16A08	5	Mts de tubo de 1 1/2"		Corriente																																																										
16A09	5	Mts de tubo de 2"		Corriente																																																										
16A10	3	Mts de tubo de 2 1/2"		Corriente																																																										
751704	1	Curva a 90° de 2" Norma 3-D		A' est. sin soldadura																																																										
751705	1	Curvas a 90° de 2 1/2" Norma 3-D		A' est. sin soldadura																																																										
75A52	2	Curvas de 90° machos y hembras de 1 1/2"		Maleable																																																										
00H42	2	Junta de 3 x 1 1/2"		Klingerit																																																										
10A36	2	Chapa de 18 x 200 ext. x 16 int.		F-III																																																										
00H42	2	Junta de 3 x 1 1/2"		Klingerit																																																										
75Y38	2	Brida DIN 2536 N.º 65 de 2 1/2"		RAVA																																																										
		de 3" Tipo N.º 17 de ESTRADÉ dentro aquí 6		ESTRADE																																																										
10B30	1	Chapa perforada de 3 x 530 x 530 agujeros																																																												
76F08	1	Valvula de compuerta de 2 1/2" Fig. 105		MARSAL																																																										
76F09	1	Valvula de compuerta de 2 1/2" Fig. 105		MARSAL																																																										
		2 1/2" Fig. 1258. Con brida		F. RUF0																																																										
		Filtro-calador con tamiz recambiable de con motor de 3 C.V. a 1750 r.p.m. 220/380V 60/50		INTERCAL																																																										
		Grupo moto-bomba LEFLI, modelo B0R-B-80/16																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Clave</th> <th>N.º</th> <th>Denominación</th> <th>Marca</th> <th>Material</th> <th>México</th> <th>Peso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="7"> <b>GUINEA HERMANOS INGENIEROS - BILBAO</b> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Dibujado</td> <td>Fecha</td> <td>Nombre</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Calcado</td> <td>16-6-78</td> <td></td> <td colspan="3">TAN-E-4000</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Comprob.</td> <td></td> <td></td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Escala</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="3">N.º 17077-B</td> </tr> <tr> <td colspan="2">1:10</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="3">Copia N.º</td> </tr> <tr> <td colspan="2">1:2</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="3"><b>INSTALACION DE TUBE</b></td> </tr> </tbody> </table>							Clave	N.º	Denominación	Marca	Material	México	Peso	<b>GUINEA HERMANOS INGENIEROS - BILBAO</b>							Dibujado		Fecha	Nombre				Calcado		16-6-78		TAN-E-4000			Comprob.							Escala				N.º 17077-B			1:10				Copia N.º			1:2				<b>INSTALACION DE TUBE</b>		
Clave	N.º	Denominación	Marca	Material	México	Peso																																																								
<b>GUINEA HERMANOS INGENIEROS - BILBAO</b>																																																														
Dibujado		Fecha	Nombre																																																											
Calcado		16-6-78		TAN-E-4000																																																										
Comprob.																																																														
Escala				N.º 17077-B																																																										
1:10				Copia N.º																																																										
1:2				<b>INSTALACION DE TUBE</b>																																																										
<table border="0"> <tr> <td>Desbastar</td> <td>Alisar</td> <td>Rectificar</td> <td>Reajustar</td> <td>Sustituido por</td> </tr> <tr> <td>ORDEN DE "RABAJO N.º"</td> <td>HOJA DE N.º</td> <td colspan="2">N.º 1835-10</td> <td></td> </tr> </table>							Desbastar	Alisar	Rectificar	Reajustar	Sustituido por	ORDEN DE "RABAJO N.º"	HOJA DE N.º	N.º 1835-10																																																
Desbastar	Alisar	Rectificar	Reajustar	Sustituido por																																																										
ORDEN DE "RABAJO N.º"	HOJA DE N.º	N.º 1835-10																																																												



ALZADO



VISTO POR FLECHA

**ENGRASADO**

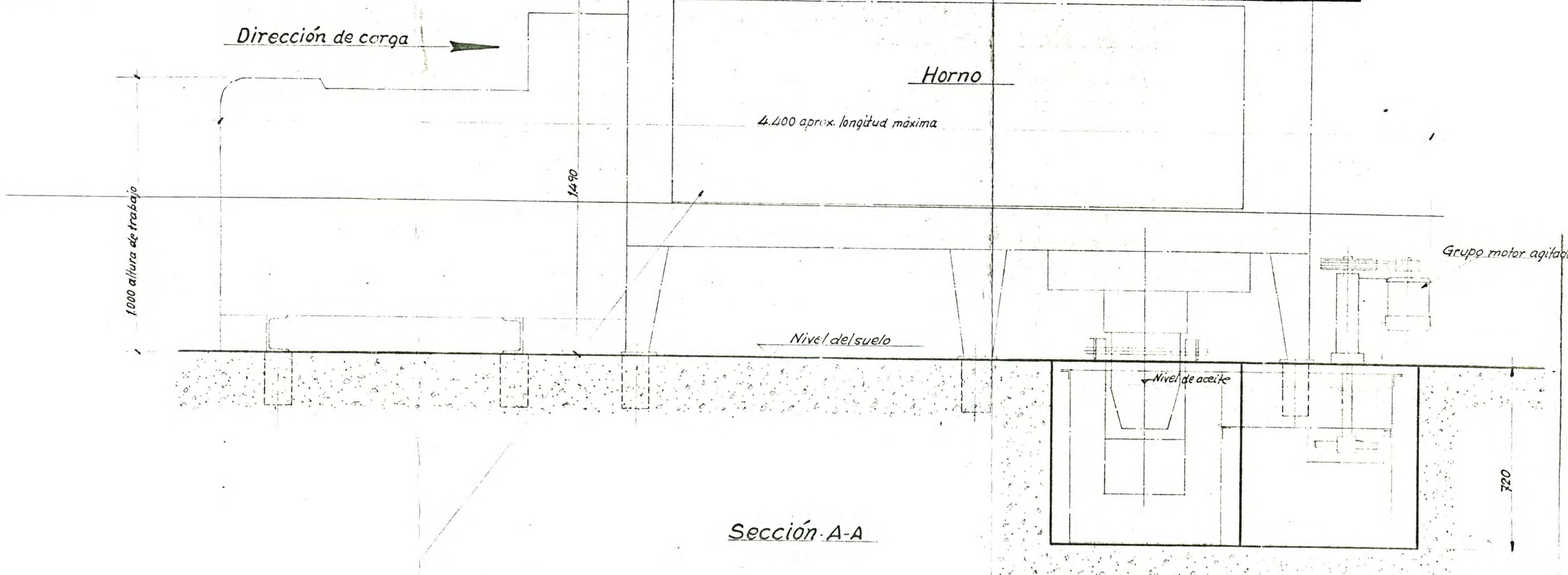
Para el reductor, marca 8, emplear aceite SAE-60 con un 10% de MOLYKOTE M-55

PARA REPUESTOS DEL AGITADOR "A" VER EL PLANO N.º 7138 - C

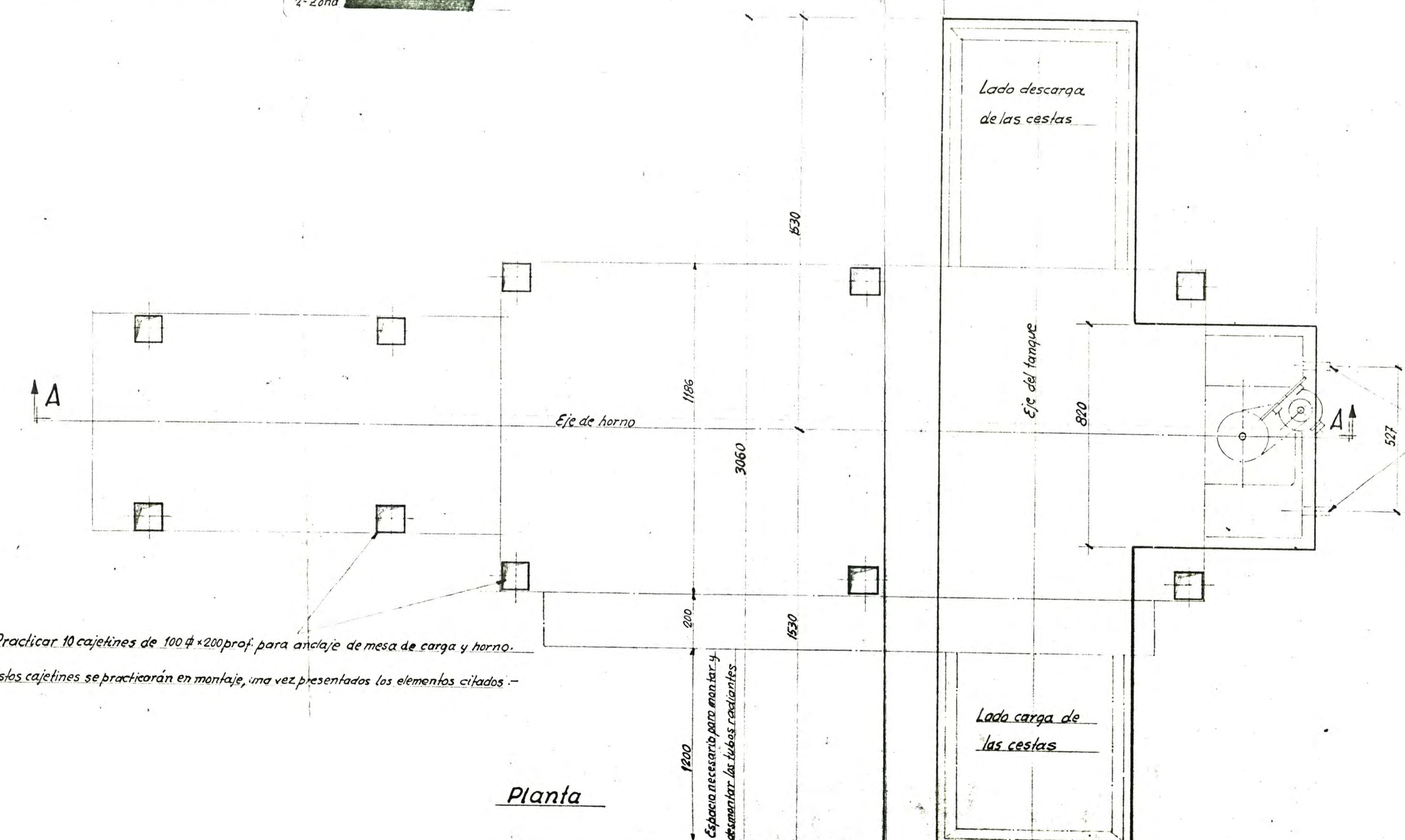
NOTA- En caso de avería de los tubos radiantes, el cliente optará por pedir un tubo completo, marca 20, o bien, cualquiera de las pocas componentes del tubo radiante, es decir, las comprendidas entre las marcas 21 y 28, ambas inclusive

	Placa de hierro de 160 φ PL. N.º 4271-D, M. 3	28	G.H.I.S.A.	
	Tapón del tubo 100 φ tubo PL. N.º 880-F	27	G.H.I.S.A.	2217
	Resistencias, r. n.º 4243-D, M. 2	26	G.H.I.S.A.	
	Resistencias, r. n.º 4249-D, M. 1	25	G.H.I.S.A.	
	Casquillos de 20 φ total PL. N.º 948-D, M. 2	24	G.H.I.S.A.	
	Aranjeas de 21 φ total PL. N.º 948-D, M. 3	23	G.H.I.S.A.	
	Espaciadores, 15 φ total PL. N.º 948-D, M. 4	22	G.H.I.S.A.	
	Soportes de resistencias circulares, 95 φ total	21	G.H.I.S.A. PL. N.º 948-D, M. 1	
	Tubo radiante completo PL. N.º 4271-E	20	G.H.I.S.A.	
	Guías de tubos radiantes PL. N.º 4171-E	19	G.H.I.S.A.	3411
	Fusibles 4 VC FS PL. N.º 1918-D	18	G.H.I.S.A.	
	Termopares 7 TC TS PL. N.º 1918-D	17	G.H.I.S.A.	
	Apoyo de tubos radiantes PL. N.º 3999-E	16	G.H.I.S.A.	2218
	Volante de mano PL. N.º 1683-D	15	G.H.I.S.A.	2226
	12 mts. de cadena de 1/2" paso, N.º 5-517	14	TAM	
	22 mts. de cadena de 1/2" paso, N.º 5-517	13	TAM	
	Termostato TB 74 de 20°-112°	12	SAUTER	
	Soportes de traviesas PL. N.º 4721-D	11	G.H.I.S.A.	3509
	Traviesas interiores PL. N.º 4744-D	10	G.H.I.S.A.	3510
	Traviesas exteriores PL. N.º 4742-D	9	G.H.I.S.A.	3509
	Reductor completo PL. N.º 1286-D	8	G.H.I.S.A.	
	Polea extensiva PL. N.º 1110-A, M. 1	7	G.H.I.S.A.	
	Motor del reductor PL. N.º 1110-A	6	G.H.I.S.A.	
	Bandeja de carga PL. N.º 4786-C	5	G.H.I.S.A.	3511
	Placa extensiva PL. N.º 1110-A, M. 3	4	G.H.I.S.A.	
	Correa trapezoidal PL. N.º 1110-A, M. 2	3	G.H.I.S.A.	
	Muelle PL. N.º 1341-E	2	G.H.I.S.A.	
	Guía mecanismo avance PL. N.º 1343-E	1	G.H.I.S.A.	2225
	Denominación			
		Maria	Material	Modulo
	N.º de piezas			
	GUINEA HERMANOS-INGENIEROS, S. A. BILBAO			
	Fecha	Nombre		
	Dibujado 29-1-69	J. M. Peña	SHAKER-35-13	
	Calcado			
	Comprob. 29-1-69			
	Escaia	CONJUNTO DEL HORNO		N.º 6989 - B
	0/0	REPUESTOS		Cpta. N.º 2107-13
				Del pl. N.º 6771-B
	▽ Destacar	▽ Añorar	▽ Rectificar	Sustituye al
				Sustituido por





Acometida decorriente en 2 zonas.-

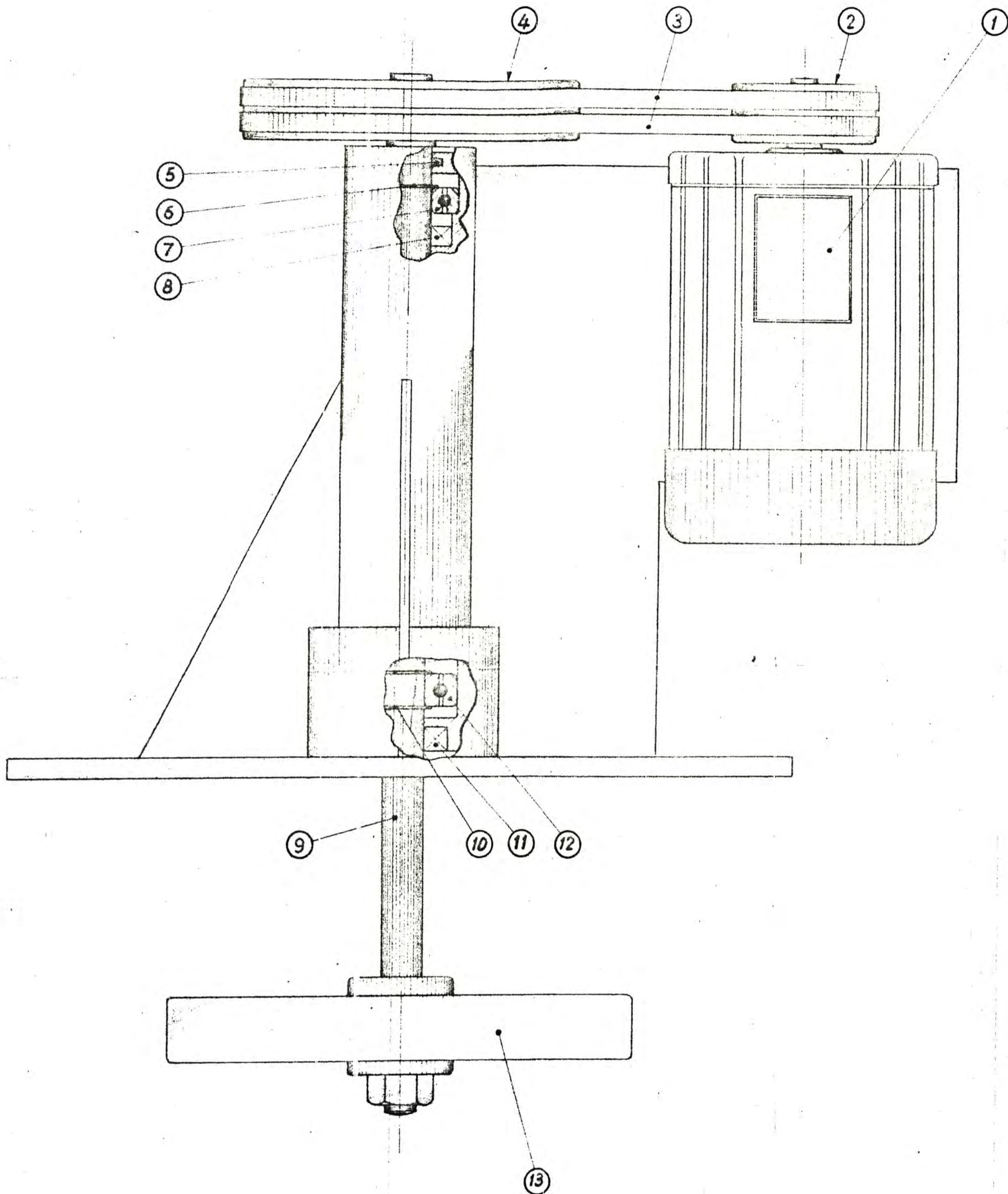


Practicar 10 cajetines de 100 # x 200 prof. para anclaje de mesa de carga y horno.  
 Estos cajetines se practicarán en montaje, una vez presentados los elementos citados.-

Entrada y salida de agua, tubería 3/4" φ  
 Caudal 1 m³/h. a conectar por el cliente.-

Peso aproximado del horno 10000 Kgs.  
Peso aproximado del tanque 2.500 Kgs.

Denominación		Marca	Material	Modelo	Peso
GUINEA HERMANOS - Ingenieros		BILBAO			
Fecha		Nombre			
Dibujado 29-9-65		<i>[Signature]</i>			
Calculado		SHAKER-35-13			
Comprob.					
Escala		N.º 4488-B			
1:10		Cpta. N.º 2107-13			
Fundaciones					
✓ Desb. sur	✓ Al. sur	✓ Especificar	Sustituye al	Sustituido por	
ORDEN DE TRABAJO N.º		HOJA DE MATERIALES N.º			

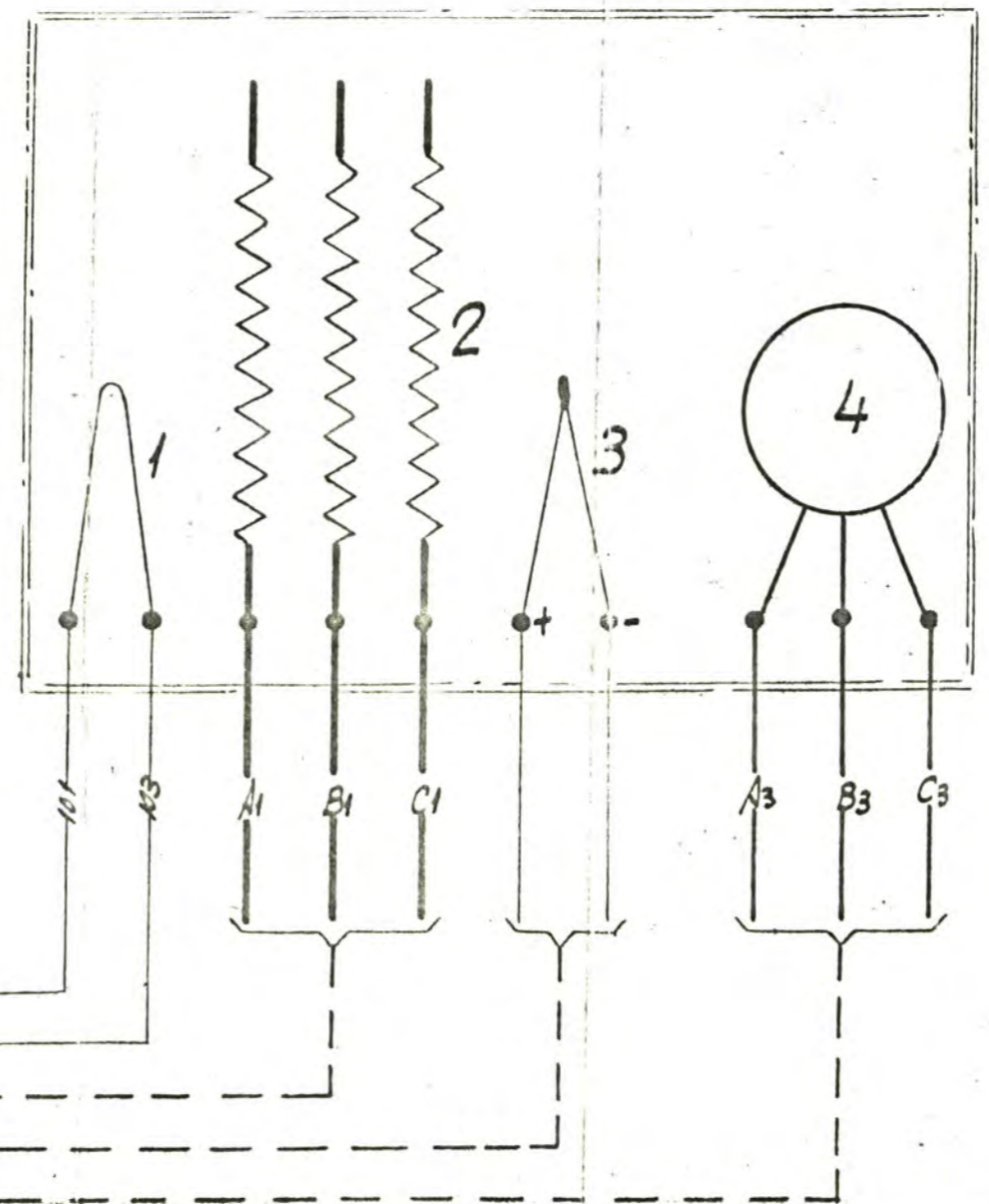
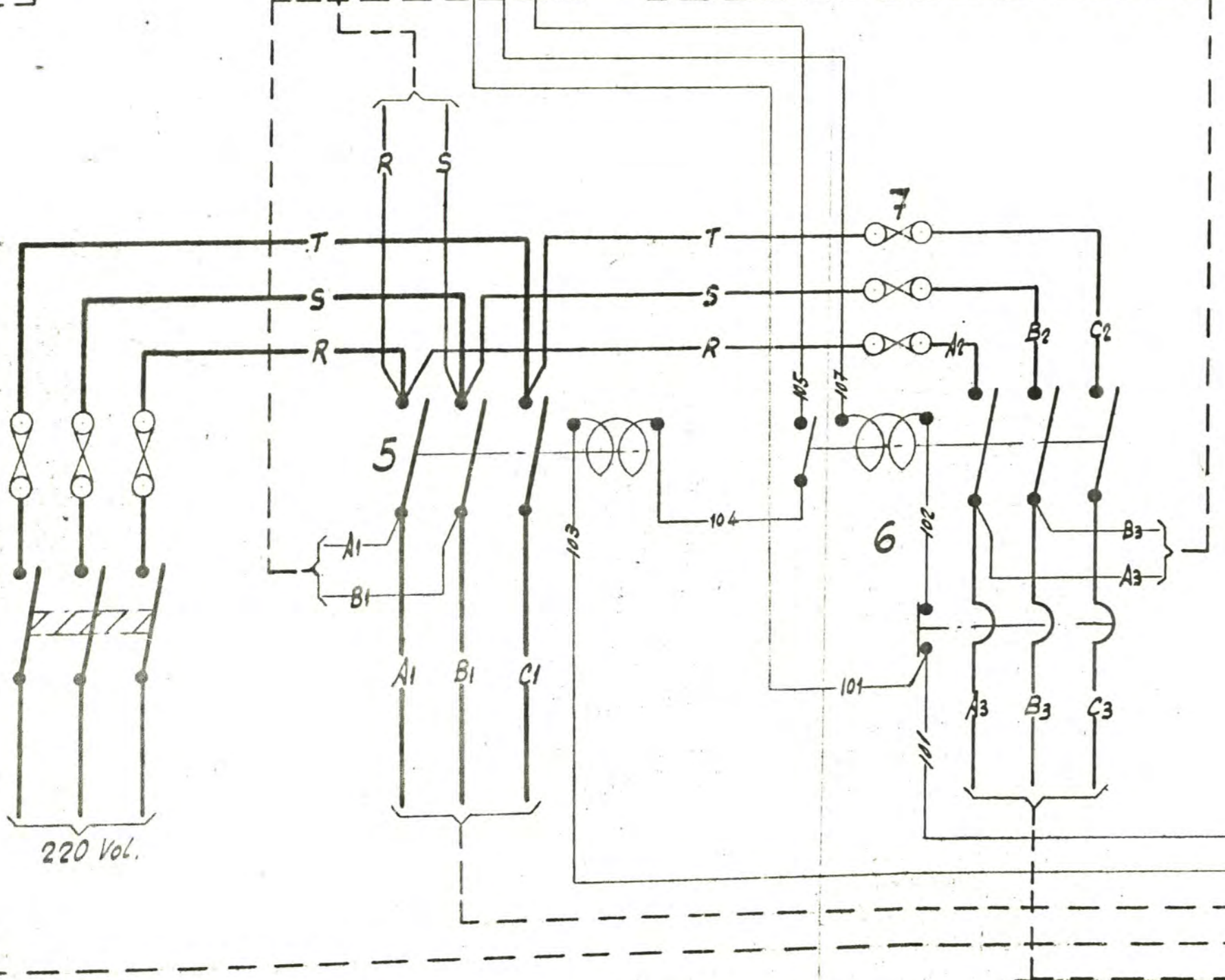
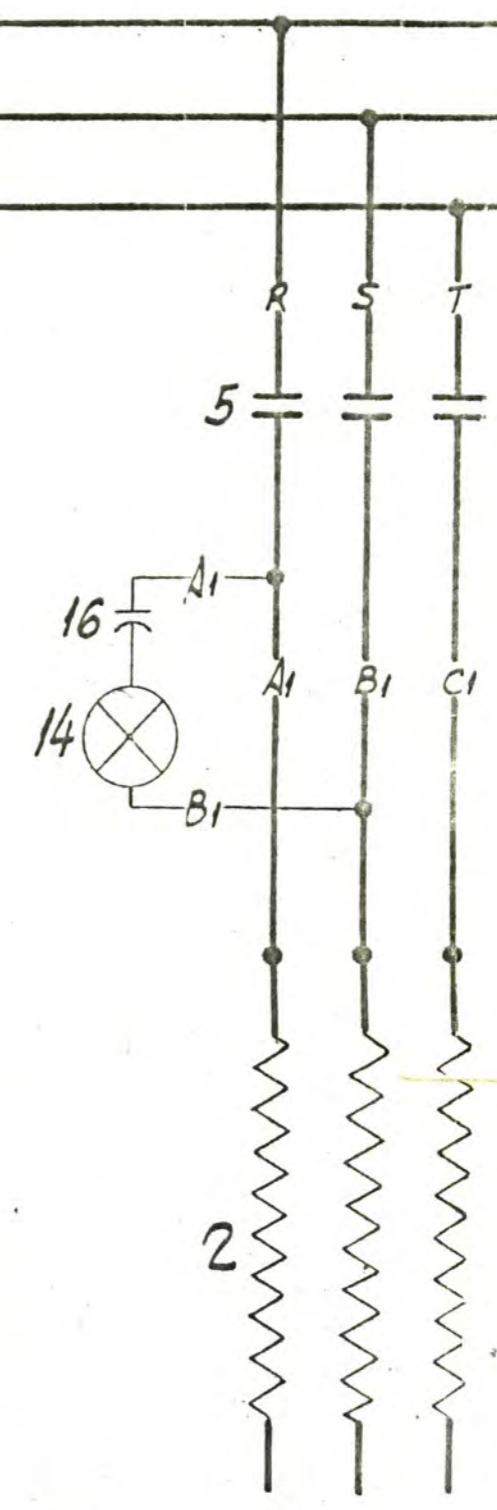
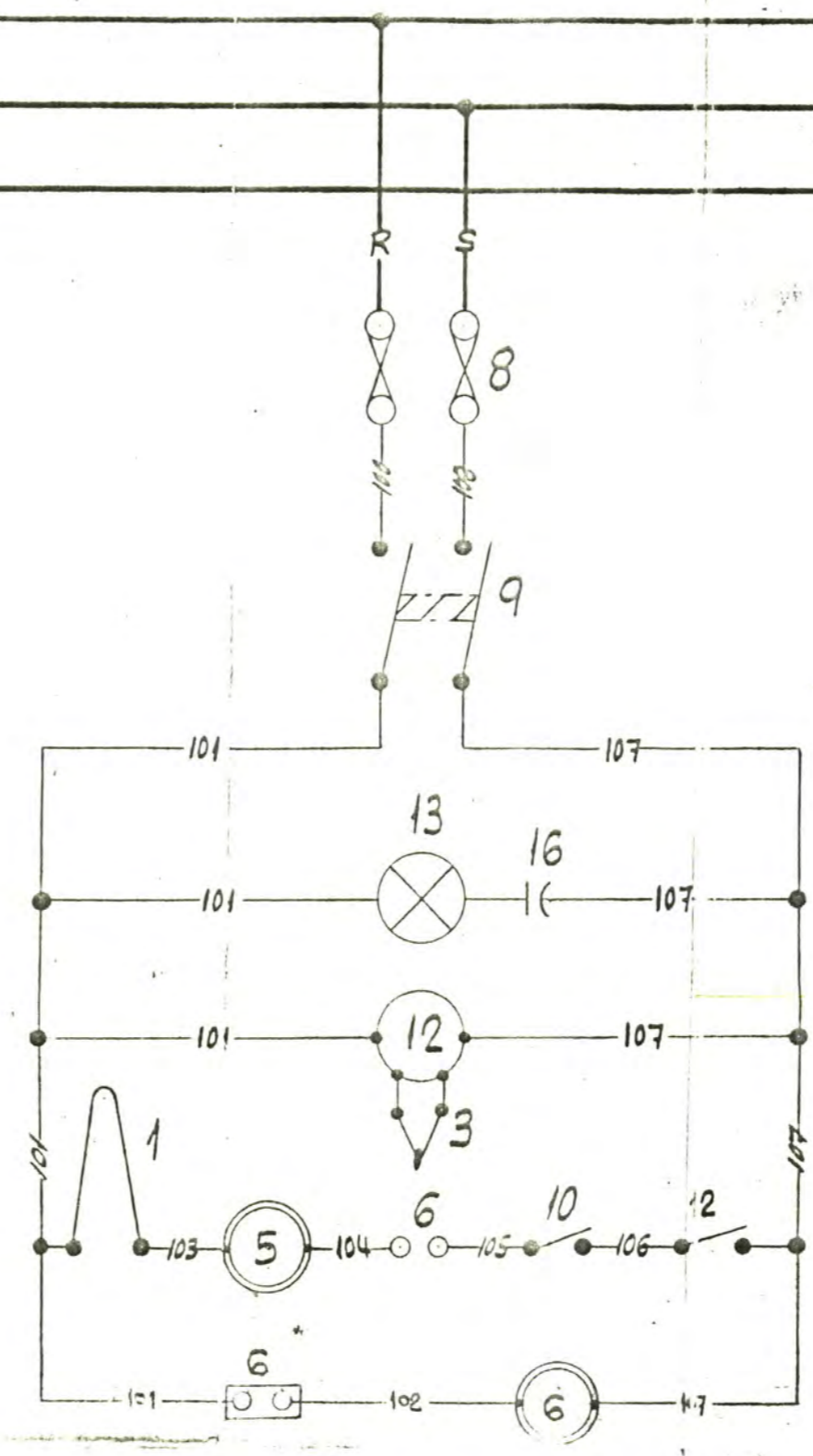
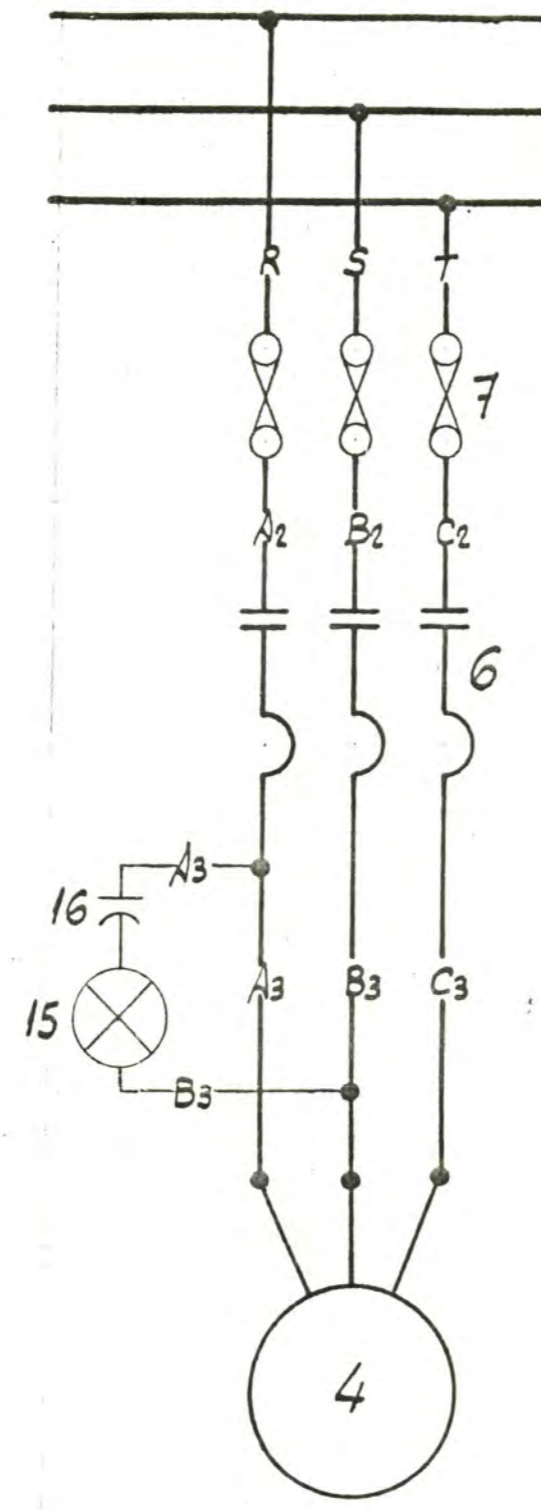
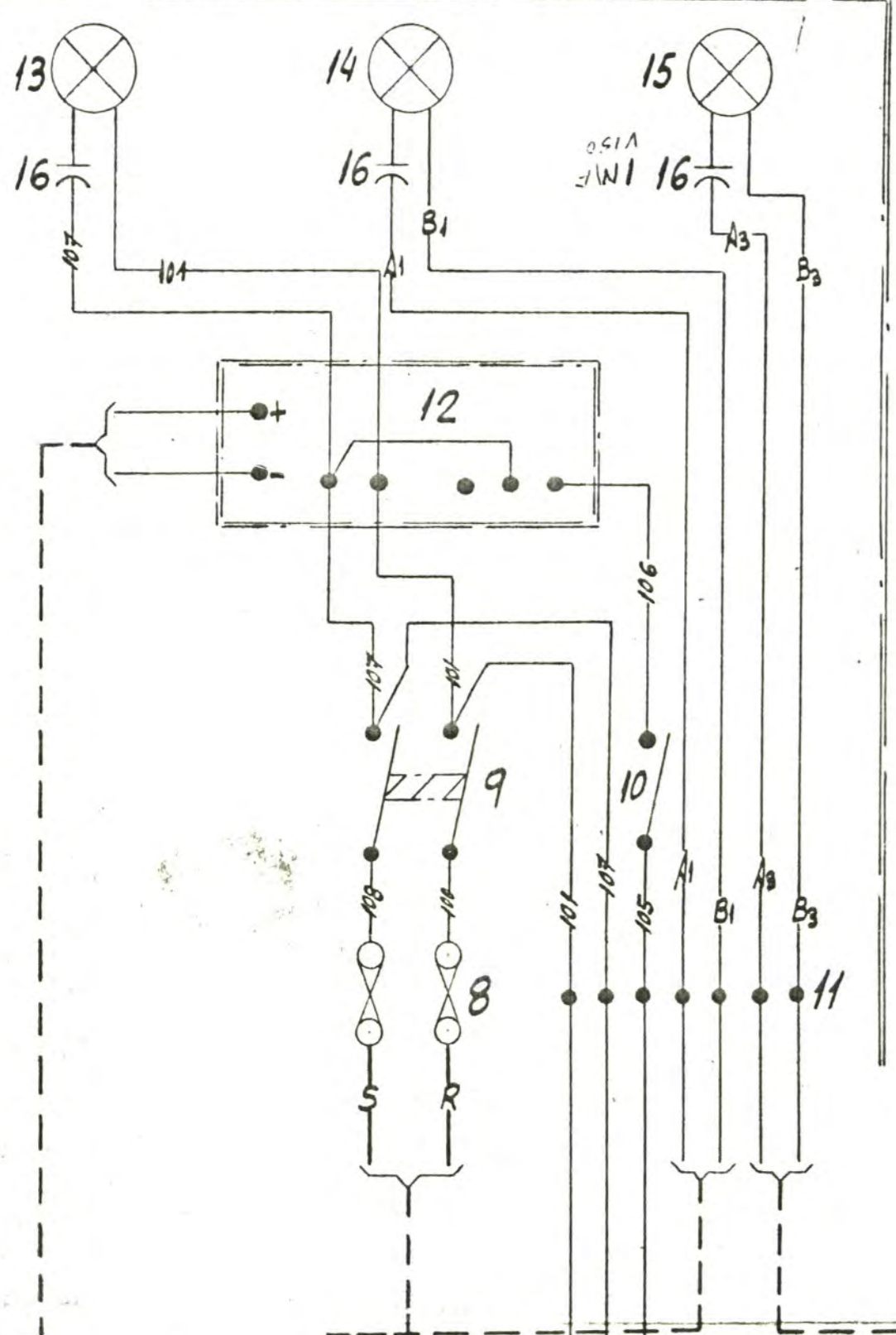


**ENGRASADO**

Emplear grasa LYKOTE 1132 (Krafft)

PARA CONJUNTO DEL HORNO VER EL PLANO Nº 6737 - 3

	Hija PL. N° 1679-D	13	G.H.I.S.A.	
	Resmienta N° 6308	12	SKF	
	Arandela de 39,7 x 63,6 x 12,7	11	REYCON	
	Resortes elásticos E-40	10	Acero	
	Paleta del ventilador PL. N° 2787-D	9	G.H.I.S.A.	
	Arandela de 40 x 60 x 10	8	REYCON	
	Resmienta N° 6207	7	SKF	
	Anillo elástico E-35	6	Acero	
	Arandela de fieltro Tipo Fi-7	5	SKF	
	Paleta del ventilador PL. N° 4974-C.M-3	4	G.H.I.S.A.	
	Correas PL. N° 4974-C.M-4	3	G.H.I.S.A.	
	Paleta del motor PL. N° 4974-C.M-2	2	G.H.I.S.A.	
	Motor de accionamiento PL. N° 4974-C	1	G.H.I.S.A.	
	Denominación	Marca	Material	Modelo
N.º de piezas	GUINEA HERMANOS-INGENIEROS, S. A. BILBAO.			
Fecha	Nombre	<b>SHAKER - 35 - 13</b>		
Dibujado: 28-1-69	J.M. Mofa			
Cargado				
Comprob.: 28-1-69	B. G. Mofa			
Escala	<b>CONJUNTO DEL AGITADOR</b>			N.º 7138 - C
0,10	<b>REPUESTOS</b>			Cpta. N.º 2107-13
	Del plano N.º 2997-			
∇ Desbastar	∇∇ Afinar	∇∇∇ Rectificar	Sustituye al	Sustituido por



NOMENCLATURA

- 1-Fusible de horno
- 2-Resistencias
- 3-Termopar
- 4-Motor
- 5-Contactor para 2
- 6-Guardamotor
- 7-Cortacircuitos para 4
- 8-Cortacircuitos para regulaci3n
- 9-Interruptor puesta en marcha
- 10-Interruptor apagado de 2
- 11-Bornas del panel
- 12-Aparato de regulaci3n
- 13-L3mpara encendida con tensi3n en 12
- 14- " " " " 2
- 15-L3mpara encendida con tensi3n en 4
- 16-Condensadores para l3mparas

Denominaci3n		Marca	Material	Modelo	Peso
N.º de piezas		GUINEA HERMANOS-INGENIEROS, S. A. BILBAO			
Elaborado	Fecha	Nombre			
Calculado	6-3-65				
Comprob.					
Escala	Esquema el3ctrico y de montaje				N.º 4541-C
					Cpta. N.º
Desbastar	Afinar	Rectificar	Sustituye al		Sustituido por