



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica

**PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA PLANTA DE  
LAMINACIÓN DE LA SIDERÚRGICA DE GUATEMALA**

**Jorge Luis López Agustin**

Asesorado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

Guatemala, enero de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA PLANTA DE  
LAMINACIÓN DE LA SIDERÚRGICA DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**JORGE LUIS LÓPEZ AGUSTIN**

ASESORADO POR EL ING. EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO MECÁNICO**

GUATEMALA, ENERO DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



### **NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

### **TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

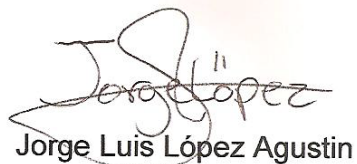
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Julio César Campos Paiz
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
EXAMINADOR	Ing. Carlos Anibal Chicojay
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA PLANTA DE LAMINACIÓN DE LA SIDERÚRGICA DE GUATEMALA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, el 20 de abril de 2009.



Jorge Luis López Agustin

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 18 de enero de 2010  
REF.EPS.DOC.26.01.10.

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.


Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Jorge Luis López Agustín** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. **200218133**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA PLANTA DE LAMINACIÓN DE LA SIDERÚRGICA DE GUATEMALA”**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*

  
Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Mecánica

c.c. Archivo  
EESZ/ra



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería



UNIDAD DE E.P.S.

Guatemala, 18 de enero de 2010  
REF.EPS.D.27.01.10

Ing. Julio César Campos Paiz  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica  
Facultad de Ingeniería  
Presente


Estimado Ingeniero Campos Paiz:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA PLANTA DE LAMINACIÓN DE LA SIDERÚRGICA DE GUATEMALA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Jorge Luis López Agustín** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Edwin Estuardo Sarceño Zepeda.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
*"Id y Enseñad a Todos"*

  
Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra



---

Edificio E.P.S., Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala,  
Ciudad Universitaria zona 12, tel. (502) 2442-3509

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERIA**

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación de la directora del Ejercicio Profesional Supervisado, E.P.S., al Trabajo de Graduación PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA PLANTA DE LAMINACIÓN DE LA SIDERÚRGICA DE GUATEMALA, del estudiante Jorge Luis López Agustín, procede a la autorización del mismo.

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

Ing. Julio César Campos Paiz  
**DIRECTOR**



Guatemala, enero de 2010

JCCP/behdei

Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG. 019.2010

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA PLANTA DE LAMINACIÓN DE LA SIDERÚRGICA DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Jorge Luis López Agustín**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
DECANO

Guatemala, enero de 2010



/gdech



## **AGRADECIMIENTOS A:**

**DIOS:** Por darme la oportunidad de terminar mis estudios y alcanzar mí meta.

**MIS ABUELOS:**

Nicolás Agustín  
María Everilda Agustín  
Dominga López  
Que en paz descansen

**MIS PADRES:**

Efraín Arnoldo López Gonzales  
Aura Migdalia Agustín Agustín  
Por estar siempre a mi lado brindándome su apoyo y  
aconsejándome.

**MIS HERMANOS:** Juan Carlos, María y Sergio, por estar a mi lado  
brindándome su apoyo incondicional.

**MI CUÑADO:** Gustavo Recinos, por todos sus consejos.

**MI SOBRINO:** Javier, por ser una persona especial

**MI NOVIA:** Yesenia Azucena Recinos Palacios, por apoyarme en todo momento

**MIS TÍOS:** Romeo, Zoila, Gilberto, Cesar, Betty, Elvira y Thelma. Por  
aconsejarme en todo momento.

**MIS AMIGOS:** Herbert Figueroa, Gerson Rivera, Carlos Cruz, Evelyn Cojón,  
Ernesto Guevara. Por el apoyo recibido en este camino.

**LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS:** Por el conocimiento recibido.



## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	V
<b>RESUMEN</b>	IX
<b>OBJETIVOS</b>	XI
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XIII
<b>1 MARCO TEÓRICO</b>	
1.1    Historia de la laminación	1
1.2    Proceso de laminación en caliente	3
1.3    Partes principales de la laminadora	
1.3.1    Horno	5
1.3.2    Cajas (molino)	9
1.3.3    Cizallas	23
1.3.4    Formador de bucles	29
1.3.5    Monoblock	32
1.3.6    Formador de espiras	39
1.3.7    Bandas transportadoras de rodillos	47
1.3.8    Estación de formación de rollos	51
1.3.9    Atadora hidráulica prensa rollos	55
1.4    Definición del mantenimiento predictivo	57
1.5    Técnicas aplicadas al mantenimiento predictivo	
1.5.1    Análisis de vibraciones	58
1.5.1.1    Parámetro de las vibraciones	58
1.5.1.2    Tipos de vibraciones	59
1.5.1.3    Sensores para tomar medidas de vibración	59
1.5.1.4    Tipos de sensores y sus aplicaciones	59
1.5.1.4.1    Sensor de aceleración	59

1.5.1.4.2	Sensor de velocidad	60
1.5.1.4.3	Sensor de desplazamiento	62
1.5.1.5	Montaje del sensor	62
1.5.2	Análisis de lubricantes	64
1.5.3	Análisis por termografía	66
1.5.3.1	Aplicaciones de el análisis por termografía	69
1.5.3.2	Ventajas de los análisis por termografía	69
<b>2</b>	<b>FASE DE INVESTIGACIÓN</b>	
2.1	Análisis de riesgo	71
2.2	Tabla de análisis de riesgo	75
<b>3</b>	<b>FASE TÉCNICO PROFESIONAL</b>	
3.1	Análisis por termografía	83
3.1.1	Horno	83
3.1.2	Formador de espiras	86
3.1.3	Banda transportadora	88
3.2	Análisis de vibración	89
3.2.1	Cajas (molinos)	90
3.2.2	Monoblock	94
3.2.3	Formador de espiras	96
3.3	Análisis de lubricación	99
3.3.1	Cajas (molinos)	100
3.3.2	Cizallas	100

3.3.3	Monoblock	100
3.3.4	Formador de espiras	101
3.3.5	Banda transportadora	101
<b>CONCLUSIONES</b>		103
<b>RECOMENDACIONES</b>		105
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		107



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Máquina para laminar	1
2	Laminación en caliente	4
3	Horno para calentamiento de palanquillas	9
4	Caja de laminación horizontal	11
5	Caja de laminación vertical	12
6	Caja de laminación convertible	13
7	Núcleo de la caja	14
8	Platea	14
9	Base de la caja	15
10	Espalda de la caja convertible	15
11	Estructura giratoria	16
12	Contenedor del núcleo de la caja	16
13	Sistema de bloqueo	17
14	Alargaderas	18
15	Soporte de las alargaderas	19
16	Extracción de la caja vertical	19
17	Tubos de enfriamiento	20
18	Falsa caja horizontal	20
19	Falsa caja vertical	21
20	Tipos de cizallado	24
21	Cizalla CSI50	25
22	Vista lateral de la cizalla CSI50	25
23	Cajón colector	27
24	Formador de bucles	30
25	Monobloque acabador	32
26	Formador de espiras	40

27	Vista superior del formador de espiras	40
28	Descripción del grupo formador de espiras	41
29	Tubo formador de espiras	42
30	Tubo de ingreso	43
31	Protección superior	45
32	Banda transportadora de rodillos	49
33	Palet	52
34	Transportador del palet	54
35	Atadora de rollos	56
36	Tipos de sensores para vibración	62
37	Ejemplo de termografía	67
38	Identificación de peligros (fuego)	72
39	Identificación de peligros (eléctricos)	72
40	Identificación de peligros (mecánicos)	73
41	Identificación de peligros (auditivos)	73
42	Identificación de peligros (ergonómicos)	74
43	Proceso de evaluación de riesgo	74
44	Parte frontal del horno	84
45	Parte lateral del horno	84
46	Parte trasera del horno	85
47	Parte lateral del horno	85
48	Parte de abajo del horno	86
49	Motor del formador de espiras	87
50	Caja reductora del formador de espiras	87
51	Conector motor caja reductora	87
52	Parte trasera del formador de espiras	88
53	Banda transportadora	88
54	Parte lateral de la banda transportadora	89
55	Medidores de vibración y sensores	90



56	Parte trasera del motor de las cajas de laminación	91
57	Parte delantera del motor de las cajas de laminación	92
58	Caja reductora	92
59	Caja reductora	93
60	Caja reductora	93
61	Monobloque acabador	94
62	Multiplicador del monobloque acabador	95
63	Cajas del monobloque acabador	95
64	Cajas del monobloque acabador parte lateral	96
65	Motor del formador de espiras	97
66	Reductor del formador de espiras	97
67	Caja reductora del formador de espiras	98
68	Caja reductora del formador de espiras parte de abajo	98
69	Parte trasera del formador de espiras	99
70	Unidad de lubricación 1	100
71	Unidad de lubricación 25	101

## **TABLAS**

I	Especificaciones del reductor	22
II	Datos técnicos	37
III	Características técnicas	46



## **RESUMEN**

En la planta de laminación SIDEGUA se fabrica el alambρόn y las varillas de construcción, para realizar este tipo de material es necesario que se pase por un proceso denominado laminación, este consiste en pasar de una material de dimensiones de 150 por 150 mm a un redondo de 5.5 mm en el caso del alambρόn, esto se logra por medio de unos rodillos de laminación los cuales están conformados por un motor y una caja reductora a este conjunto se le llama caja de laminación estas cajas de laminación son las encargadas de disminuir de espesor al material hasta la medida que se necesite. En la planta de laminación se encuentran 18 de estas cajas las por las cuales pasa el material.

Antes que el material pase por las cajas de laminación es calentado previamente en un horno de calentamiento que está constituido por 18 quemadores, los cuales son alimentados por bunker y estos son los que calientan el material que es llamado palanquilla, esta palanquilla no es más que un rectángulo de 150 por 150 mm y 12 ó 6 metros de largo, para que estas se puedan laminar correctamente se necesita que tengan una temperatura promedio de 1100 grados, esta palanquilla pasa por las 18 cajas para que se convierta en varillas de construcción de diferentes medidas cabe mencionar que mientras más pequeña sea la medida de producto final que se requiere son más las cajas de laminación que se necesitan.



## **OBJETIVOS**

1. Realizar una propuesta de mantenimiento predictivo para la planta de laminación de SIDEGUA con tres tipos de análisis, los cuales son análisis de vibraciones, análisis de lubricación y análisis termografía.
2. Identificar los peligros a los cuales se expone el personal, a la hora de estar maniobrando con la herramienta y que ellos tengan en cuenta los riesgos que se corren en el área donde se está laborando.
3. Elaborar una tabla de análisis de riesgo para tener conocimiento de los riesgos a los cuales está expuesto el personal que labora en la planta de laminación.



## **INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo que es el proyecto de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, va a estar enfocado al área de laminación de la empresa de SIDEGUA.

Este trabajo está dividido en tres fases las cuales son: fase de marco teórico en la cual va estar contenido la descripción de la maquinaria utilizada en la empresa, específicamente en el área de laminación; fase docente, aquí encontraremos la definición de un análisis de riesgo; en esta fase encontrará una tabla donde se encuentran los aspectos que se tienen que atender y solucionar lo más pronto posible; y por último, encontraremos una fase profesional en la cual se indica los puntos en donde se deberá aplicar los análisis de vibración, análisis de termografía y análisis lubricación para darle un mantenimiento predictivo a la maquinaria y así poder programar los paros para que estos no sean imprevistos.





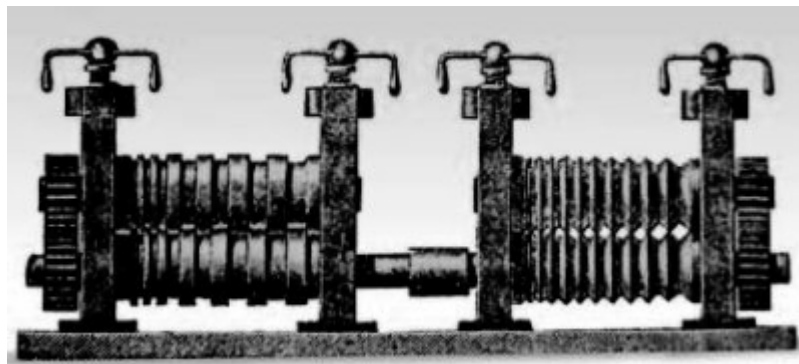
## 1 MARCO TEÓRICO

### 1.1 Historia de la laminación:

Desde la antigüedad existía la idea de laminar los metales haciéndolos pasar entre dos cilindros, girando cada uno de ellos en sentido contrario. Se conserva un croquis de Leonardo da Vinci, de hacia 1497, que representa una máquina de este tipo accionada manualmente.

Hacia 1553, el francés Braliers utilizaba laminadores de cilindros para materiales dúctiles. Poco después, para sustituir el estirado o laminado manual, accionadas por energía hidráulica se pusieron en funcionamiento en las ferrerías, las máquinas de laminar llamadas "fanderías".

Figura 1. Máquina para laminar



Fue un paso previo al desarrollo especializado de los trenes de laminación, que se generalizaron a partir de 1700. Polhelm, en Suecia, Chopitel en Francia, Henry Cort en Inglaterra, William Emerson y otros perfeccionaron la tecnología del laminado.

A partir de 1800, con la aplicación de la máquina de vapor, se construyeron laminadores de mayor potencia.

James Watt en 1794 y Deveral en 1806, intentaron mediante sendos proyectos, dar solución al forjado en caliente de piezas de forma, pero ambos fueron abandonados; transcurriendo casi medio siglo sin conseguirse soluciones prácticas.

El laminado del oro y la plata por medios manuales data del siglo XIV. Alrededor del año 1700, el hierro ya se laminaba en caliente en Alemania, Bélgica, Francia, Inglaterra y Suecia. Estos molinos se usaron para hacer lámina a partir de barras de hierro. Antes de esta época, los únicos molinos laminadores que existían en las acerías eran molinos ranuradores, pares de rodillos opuestos con collares (discos cortantes) que cortaban el hierro y el acero en tiras angostas para hacer clavos y productos similares. Los molinos ranuradores no estaban diseñados para reducir el espesor del metal.

La práctica moderna del laminado data del año 1783, cuando se expidió en Inglaterra una patente para un proceso que producía barras de hierro usando rodillos acanalados. La Revolución Industrial creó una tremenda demanda de productos de hierro y acero, estimulando el desarrollo de la laminación. El primer molino que laminaba rieles para ferrocarril se inició en Inglaterra en 1829. Las primeras vigas en I se laminaron en Francia en 1849. Además, el tamaño y la capacidad de los molinos de laminado plano se incrementaron dramáticamente durante este periodo.

El laminado es un proceso que requiere una fuente muy grande de potencia, por lo que hasta el siglo XVIII se usaron las ruedas accionadas por agua para mover los molinos de laminación. Las máquinas de vapor incrementaron la capacidad de estos molinos de laminación hasta después de 1900, cuando los motores eléctricos remplazaron las máquinas de vapor.

Tipos de laminado:

La máquina más común es de simples rodillos, por entre los cuales se introduce el metal a altas temperaturas y se deforma hasta obtener el espesor deseado, estos giran jalando el material de trabajo y simultáneamente lo aprietan entre ellos.

Normalmente la única fuerza o esfuerzo aplicado es la presión radial de los rodillos laminadores. Esto deforma el metal y lo jala a través de la holgura de los rodillos. El proceso puede ser comparable a la compresión en el forjado pero difiere en dos aspectos; la compresión se efectúa entre un par de platinas con diferentes inclinaciones entre una y otra, y que el proceso es continuo.

Los rodillos giran para jalar el material de trabajo y simultáneamente apretarlo entre ellos. El proceso de laminado plano, se usa para reducir el espesor de una sección transversal rectangular. La mayoría de los procesos de laminado involucran una alta inversión de capital. El laminado de planchas, tiras, láminas y placas, partes de trabajo de sección transversal rectangular con un ancho mayor que el espesor. En el laminado plano, se presiona el trabajo entre dos rodillos de manera que su espesor se reduce a una cantidad llamada draft, además de reducir su espesor, el laminado aumenta usualmente el ancho del material de trabajo. Esto se llama esparcido (spreading) y tiende a ser más pronunciado con bajas relaciones entre ancho y espesor, así como con bajos coeficientes de fricción.

Existe la conservación del material, de tal manera que el volumen del metal que sale de los rodillos es igual al volumen que entra. Los rodillos entran en contacto con el material de trabajo a lo largo de un arco de contacto definido por un ángulo. Cada rodillo tiene un radio y su velocidad de rotación tiene una velocidad superficial, que es mayor que la velocidad de trabajo y menor que la velocidad de salida. Sin embargo existe un punto a lo largo del arco donde la velocidad del trabajo iguala la velocidad del rodillo. Este punto se llama punto de no deslizamiento o punto neutro. La fricción se presenta en el laminado con un cierto coeficiente de fricción generada por la presión de los rodillos.

## 1.2 Proceso de laminación en caliente

El proceso de laminación es aquel mediante el cual el acero se somete a temperaturas promedio de 1160°C en un horno galopante, durante aproximadamente dos horas.

Durante el proceso de calentamiento la palanquilla, genera una capa superficial denominada “cascarilla” la cual, es necesario retirar con agua a alta presión e iniciar el proceso de laminación en el desbaste.

En el proceso de laminado en caliente, el lingote colado se calienta al rojo vivo en un horno determinado, donde básicamente las palanquillas, se elevan a una temperatura

entre los 900°C y los 1.200°C. Posteriormente sufre reducciones sucesivas en un tren de laminación continuo, como resultado de pasar a través de las cajas compuestas por cilindros de laminación, se forman los productos requeridos, de acuerdo a un diseño específico. Estas se calientan con el fin de proporcionar ductilidad y maleabilidad para que sea más fácil la reducción de área a la cual va a ser sometido.

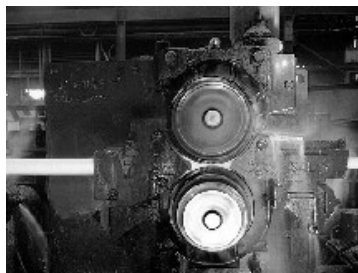
Durante el proceso de calentamiento de las palanquillas se debe tener en cuenta:

- ✓ Una temperatura alta de calentamiento del acero puede originar un crecimiento excesivo de los granos y un defecto llamado “quemado” del acero que origina grietas que no son eliminables.
- ✓ Una temperatura baja de calentamiento origina la disminución de la plasticidad del acero, eleva la resistencia de deformación y puede originar grietas durante la laminación.

Por tanto la temperatura óptima de trabajo no es un solo valor, sino que varía en cierto rango de temperatura entre un límite superior y un límite inferior.

La placa laminada en caliente, de más de 6mm de espesor y de 1800 a 5000 mm de ancho; se lamina en molinos reversibles grandes de dos o cuatro rodillos a partir de lingotes fundidos o de planchas gruesas con una masa de hasta 150 toneladas métricas. La alta deformación pesada asegura que la estructura fundida se destruya y que los defectos se solucionen. El acabado superficial es relativamente áspero y las tolerancias dimensionales no son muy altas; no obstante, la plancha es un material inicial importante en la construcción de barcos, en la fabricación de calderas, en la construcción de edificios de muchos pisos y en la construcción industrial.

Figura 2. Laminación en caliente



### 1.3 Partes principales de la laminadora:

#### 1.3.1 Horno

El horno de calentamiento sirve para calentar las palanquillas antes del proceso de laminación.

Está constituido por mecheros alimentados habitualmente de gas, con un poder calorífico de 4.300 kcal/m<sup>3</sup> N.

Este gas es producido la mayoría de las veces en las propias factorías siderúrgicas.

Un horno puede llevar una media de hasta cincuenta mecheros con una distribución parecida a la siguiente.

Superior: 20 mecheros

Laterales inferior y superior: 28 mecheros

Habitualmente son de vigas galopantes accionados por un sistema hidráulico.

Son hornos de paso continuo indicados para el precalentamiento, a altas temperaturas, de palanquillas.

El movimiento alternativo de elevación, avance, descenso y retorno de vigas de material refractario dispuestas en ranuras de la solera del horno hace avanzar las cargas a lo largo de su interior. Existen distintos dispositivos de entrada y salida de las piezas en el horno para integración en las líneas de producción. El tiempo de permanencia de las piezas en el interior de la cámara se regula en función de la frecuencia de accionamiento de las vigas. El horno puede vaciarse a voluntad.

Están provistos de un recuperador de calor, por sistema tubular, en donde se calienta el aire que retorna a los mecheros para mezclarse con el gas, aprovechando el paso de los humos del quemado, por entre los haces tubulares.

Las dimensiones medias de un horno pueden ser para una capacidad de 150 t/h, de 20 m de longitud útil interior, por un ancho de 16 metros.

El proceso del mismo es automático, controlando los ciclos de calentamiento, lo que permite garantizar la eliminación de la descarburación y una gran uniformidad en las temperaturas de laminación y del material.

La descarga de las palanquillas hacía el camino de rodillos antes de las cajas de laminación se hace mediante una máquina extractora, por accionamiento hidráulico.

El tipo de horno utilizada en la planta de laminación es un horno de calentamiento palanquilla modelo de empuje, matricula 312, año de construcción 2007 cuyas especificaciones se dan enseguida:

### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL HORNO UTILIZADO EN LA PLANTA**

- Producción horaria del horno: 70 MT/hr
  - referida a palanquilla 130x130x12.000 mm
- Numero max de palanquillas que se descargan por hora: 45
- Dimensiones del material: mm 130x130x12.000  
(futuro) mm 150x150x12.000
- Calidad del material: máx 0,3% C
- Tolerancias dimensiones: Según las Normas UNI 7063 o DIN 1014
- Temperatura enhornamiento: 20 °C
- Temperatura deshornamiento: 1.100÷1.200 °C
- Deshornamiento - descarga: LATERAL
- Enhornamiento - carga: FRONTAL
- Dimensiones principales del horno:
  - Largo de muros: 17.600 mm

Largo útil: 16.230 mm

Ancho interior: 13.000 mm

#### Descripción técnica:

La especificación técnica es para un HORNO PARA CALENTAMIENTO PALANQUILLAS de empuje completamente prefabricado con bóveda plana y partes realizadas en concreto refractario.

El horno ha sido dividido en diferentes zonas de combustión para conseguir un calentamiento óptimo de las palanquillas.

La cámara del horno presenta tres zonas de combustión con quemadores en las paredes; es decir, dos zonas de igualación derecha e izquierda y una zona de calentamiento.

El material es cargado en el horno desde una puerta trasera, por medio de empujadores actuados por un sistema hidráulico

Las palanquillas vienen desplazadas en el horno por el movimiento de los empujadores hacía el deshornamiento.

El deshornamiento se efectúa lateralmente, las palanquillas son deshornadas por la máquina deshornadora que la empuja hacia fuera del horno.

El combustible usado es Fuel Oil, mantenido con presión de 5-6 Bar en el anillo principal.

Los gases de la combustión son evacuados por un ducto de humos y una chimenea realizados en estructura metálica, completos del revestimiento refractario respectivo.

El horno está equipado con un sistema de regulación de la temperatura, de mando y protección de las máquinas auxiliares del horno, con un sistema de supervisor con PC y con una serie de automatismo que permiten una fácil y segura conducción.

## ARRANQUE

Generalmente el primer arranque del equipo es efectuado por personal técnico calificado del constructor. De todos modos durante esta fase deben ser efectuadas las pruebas de eficiencia de todos los dispositivos de seguridad, aunque estas pruebas hayan sido efectuadas anteriormente.

## ALIMENTACIONES

- Combustible:
  - Heavy fuel-oil de 15°E a 50°C – LCV: 9.500 Kcal/kg
  - Capacidad máx. de los quemadores: 2.300 kg/h
- Agua de enfriamiento desmineralizada:
  - Presión de entrada 4-5 bar
  - Presión de salida 2-3 bar
  - Temperatura de entrada máxima <30 °C
  - Aumento nominal de temperatura 10 K
  - Aumento máximo de temperatura 20 K
  - pH 7.5-8.5
  - Dureza máxima equivalente total (como CaCO<sub>3</sub> mg/litro) 30 mg/litro
  - Contenido máximo de partículas suspendidas 20 mg/litro
  - Diámetro máximo de partículas suspendidas. 50 μ
  - Caudal de conexión 50 m<sup>3</sup>/h
- Aire comprimido para atomización:
  - Presión de entrada 4-5 bar
  - Temperatura de entrada al TOP ambiente °C
  - Caudal de conexión 1.150 Nm<sup>3</sup>/h
- Aire comprimido para equipo en loco:
  - Presión de entrada 4-5 bar



- Temperatura de entrada al TOP ambiente °C
- Caudal de conexión 100Nm<sup>3</sup>/h

Figura 3. Horno para calentamiento de palanquillas



### 1.3.2 Cajas de laminación

El término laminación es indicativo de convertir un sólido dúctil en una sección más reducida aplicando una fuerza de aplastamiento.

Antes de definir lo que son las Cajas Acabadoras, es necesario entender unas ideas generales de lo que es la laminación en caliente

Cuando se aplica una fuerza de presión opuesta sobre una lámina, y al mismo tiempo sometemos a la misma a una fuerza tal que conseguimos que se mueva estamos realizando una laminación en continuo.

Podemos decir entonces que, la laminación industrial consiste en hacer pasar el material (lingote, bloom, palanquilla, etc.) entre dos rodillos o cilindros, que giran a la misma velocidad y en sentido contrario, y reducir la sección transversal del producto de acero, mediante la presión ejercida.

La laminación sólo permite obtener productos de sección constante, como perfiles estructurales, las barras, alambrón y los productos planos (chapas, etc.)

El equipo básico para laminar se conoce con el nombre de caja de laminación y está compuesto, esencialmente, de cilindros montados sobre rodamientos, los cuales descansan en las ampuesas, que son solidarias a la estructura soporte llamada castillete. Se denomina tren de laminación a la caja o conjunto de cajas junto con sus elementos auxiliares.

Cuanto menor es la sección del producto de acero que se desea obtener, mayor es el número de los cilindros que componen los trenes de laminación (trenes continuos o semicontínuos).

Factores importantes a la hora de elegir los cilindros de laminación, y que se deberán exigir al proveedor son:

1. Composición química en porcentajes.
2. Método de fabricación.
3. Tratamiento Térmico.
4. Características mecánicas.
5. Estructura Metalográfica de la Tabla.

Los cilindros de laminación se fabrican en fundiciones especiales, mediante moldeado.

Sus características de aleación son muy variables, y habitualmente pertenecen al secreto de patente de cada fabricante.

Suelen ser de tres tipos básicos:

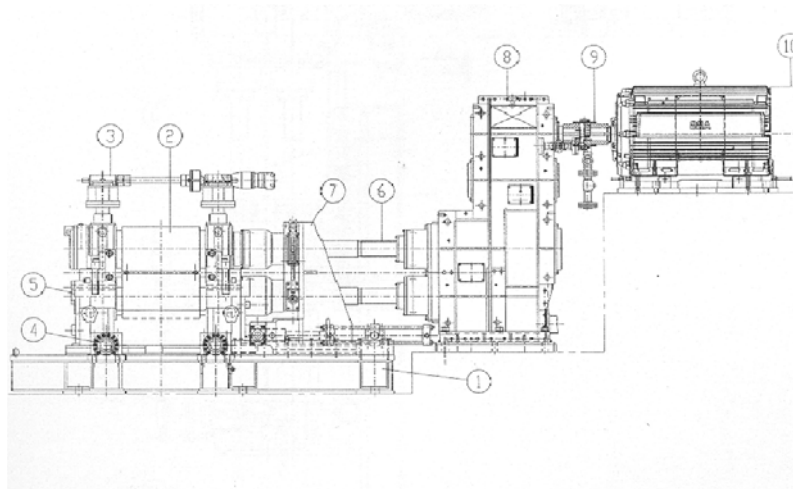
- Bajo aleado al Cr-Mo.
- Medio aleado al Cr-Ni-Mo. (Cromo, Niquel , Molibdeno)
- Alto aleado al Cr-Ni-Mo.

El tipo de caja que se está utilizando en la laminadora es una caja RR 436-HS. Entre las cajas utilizadas en la planta tenemos la caja horizontal, la caja vertical y la caja convertible cuyas características principales se citan a continuación:

La caja horizontal consiste de las siguientes partes:

1. Base con cilindro de traslación
2. Núcleo caja y platea
3. Contenedor para núcleo caja
4. Cuatro dispositivos de bloqueo
5. Contenedor de la caja
6. Dos alargaderas telescópicas
7. Soporte alargaderas
8. Reductor
9. Acople entre motor y reductor
10. Motor

Figura 4. Caja de laminación

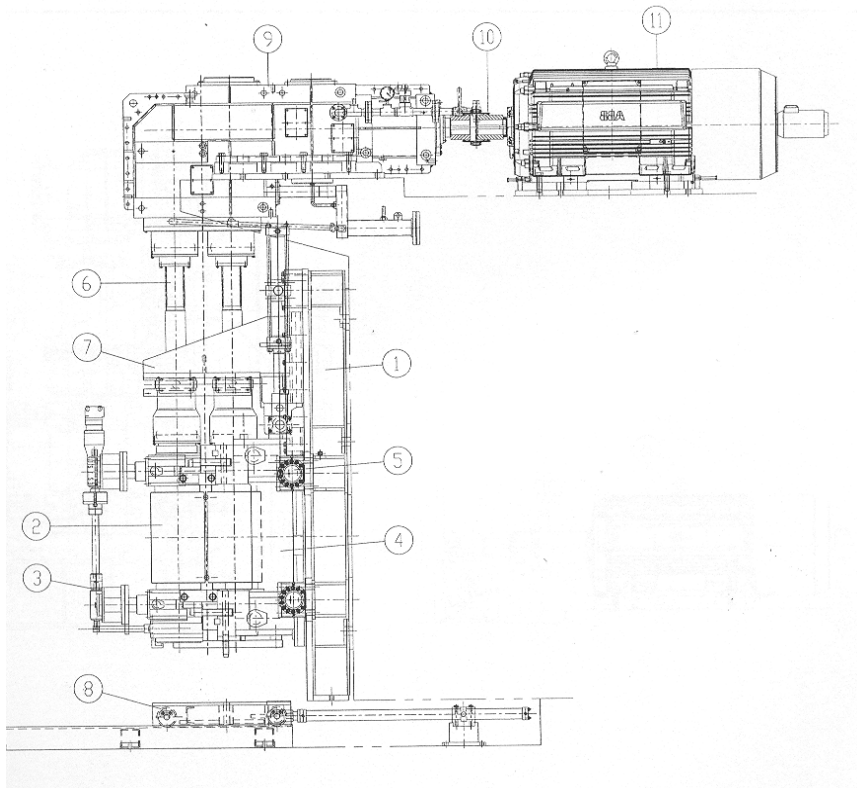


La caja vertical consiste de las siguientes partes:

1. Base con cilindro de traslación
2. Núcleo caja y platea
3. Contenedor con núcleo caja
4. Cuatro dispositivos de bloqueo
5. Contenedor de la caja

6. Dos alargaderas telescópicas
7. Soporte alargaderas
8. Carro de extracción
9. Reductor
10. Acople entre motor y reductor
11. Motor

Figura 5. Caja de laminación

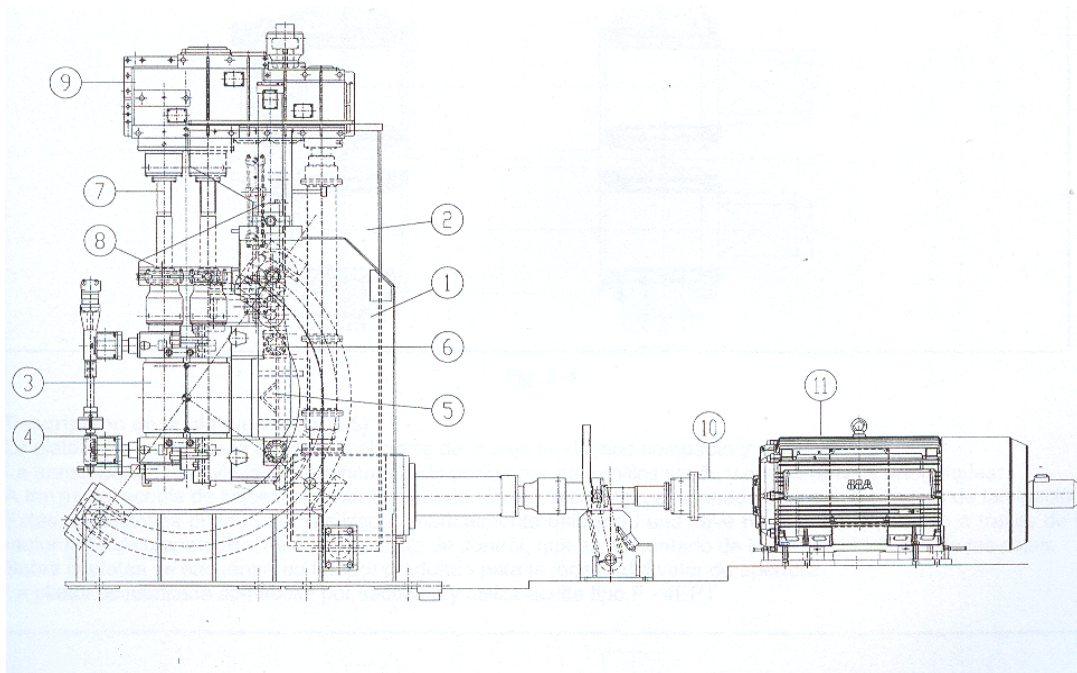


La caja convertible se compone de las siguientes partes:

1. Dos espaldas con cilindros para rotación de cajas
2. Una estructura giratoria con cilindro de traslación

3. Un núcleo caja más platea
4. Un contenedor para núcleo caja
5. Base de la caja
6. Cuatro dispositivos de bloqueo
7. Dos alargaderas telescópicas
8. Un soporte de alargadera
9. Un reductor
10. Un acople de conexión entre motor y reductor
11. Un motor de comando

Figura 6. Caja de laminación

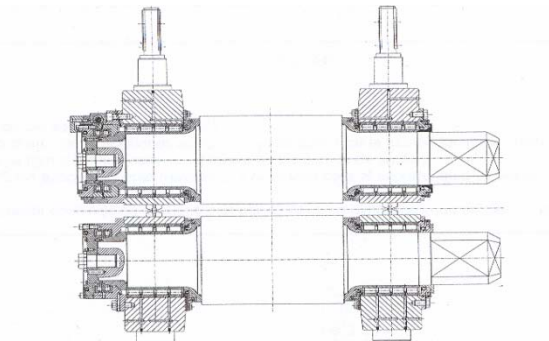


Descripción del núcleo de la caja:

El núcleo de la caja está compuesto principalmente de cuatro tirantes que controlan la apertura de las guarniciones que contienen a los cilindros de laminación. La apertura se obtiene a través del comando de la platea.

La luz entre los cilindros se realiza simétrica y simultáneamente respecto del eje de laminación. Los cilindros giran sobre cojinetes radiales a cuatro filas de rodillos cilíndricos y los empujes axiales se encuentran soportados por cojinetes axiales a los rodillos cónicos de doble efecto.

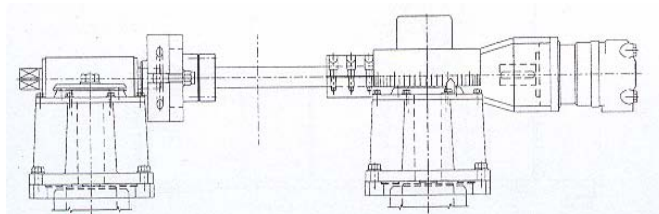
Figura 7. Núcleo de la caja



Descripción de la platea:

La platea que comanda la apertura o el cierre de las cajas es del tipo compacto y extraíble. La transmisión del movimiento es sincronizado por una par de tornillos sin fin y cuatro nervios ortogonales. A través del acople de inserción central se puede alinear, o corregir, el alineamiento de los cilindros de laminación. Estas operaciones pueden ser realizadas manualmente utilizando una llave reguladora especial o a través de un motor hidráulico operado a través de un pulpito de control, que es alimentado de la central hidráulica de las cajas. La platea es lubricada con aceite por sacudido y utiliza aceite del tipo F-4EPT.

Figura 8. Platea



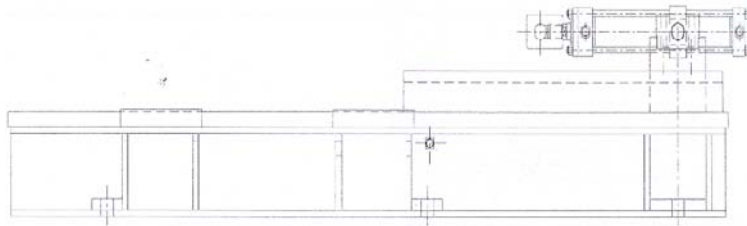
Descripción de la base de la caja:

Construida con una robusta estructura metálica de acero soldado, con las dimensiones adecuadas para asegurar la estabilidad de la maquina.

La base es fijada a las fundiciones a través de pernos de anclaje.

Las superficies están trabajadas para el soporte, guía y desplazamiento de la caja y del soporte de las alargaderas. En la parte posterior de la caja hay un bloque de unión para fijar el cilindro de traslación.

Figura 9. Base de la caja



Descripción de las espaldas:

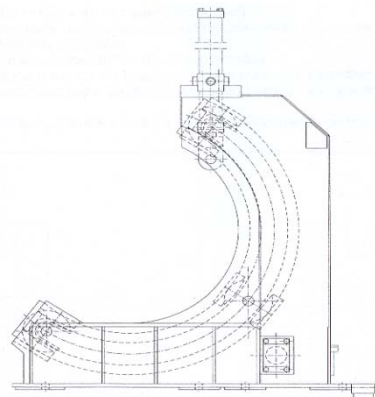
Construido en acero con dimensiones adecuadas para garantizar la estabilidad de la máquina.

Las espaldas se fijan a las cimentaciones a través de pernos de anclaje.

Tienen superficies adecuadamente trabajadas y acabadas para el soporte, guía y traslación de la estructura giratoria.

En la parte opuesta de la caja se encuentra un par de cilindros hidráulicos que permiten la rotación de la misma.

Figura 10. Espaldas

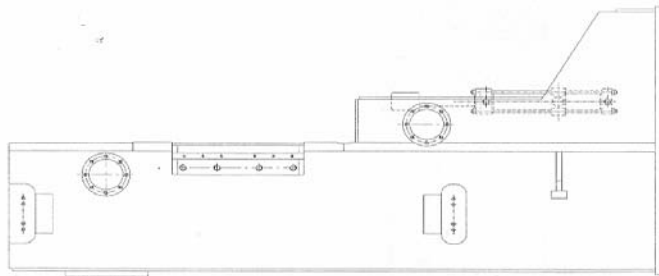


Descripción de la estructura giratoria:

Construida con una estructura metálica de dimensiones adecuadas para garantizar la estabilidad de la máquina. La estructura giratoria se encuentra entre las dos espaldas y la rotación se realiza a través del cilindro hidráulico. Tiene superficies adecuadamente trabajadas y acabadas para el soporte, guía y traslación de la estructura giratoria.

En la parte opuesta de la caja se encuentra un par de cilindros hidráulicos que permiten la rotación de las cajas.

Figura 11. Estructura giratoria



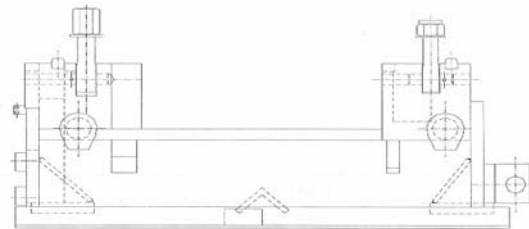
Descripción del contenedor del núcleo de la caja:

El contenedor de la caja es construido de una robusta estructura metálica para mantener firme la caja en cualquier condición de trabajo aun en las más exigentes.

La caja se fija al contenedor a través de tornillos a argolla. El apoyo de la base se produce a través de longuerones de guía que permiten efectuar la traslación de la caja; además tiene un plano inclinado para facilitar el depósito primero y el centrado sucesivamente del contenedor.

Una placa se encuentra aplicada al contenedor para la conexión automática de los tubos principales.

Figura 12. Contenedor del núcleo de la caja



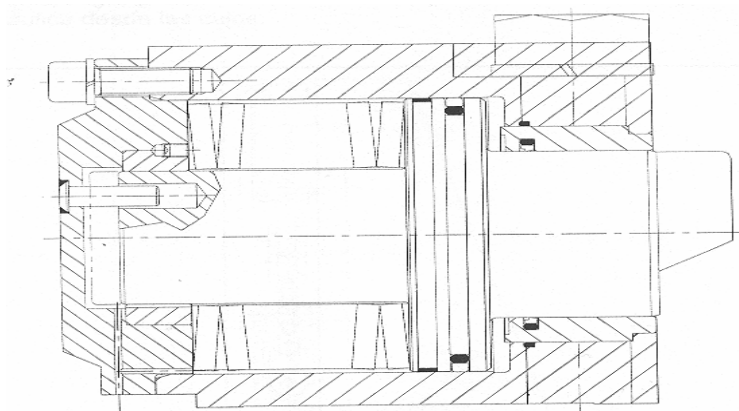


Descripción del sistema de bloqueo:

El contenedor de la caja viene fijado a la base a través de cuatro dispositivos de bloqueo hidráulico. La acción del bloqueo se obtiene a través de resortes a ballestas activados hidráulicamente, cuya presión es erogada a través de la unidad hidráulica de la caja.

La mejor eficiencia de bloqueo se asegura a través de planos inclinados que garantizan el efecto cuña. Cada dispositivo de bloqueo se fija rápidamente a la base a través de dos tornillos y pueden ser sustituidos fácilmente en caso de cualquier irregularidad o anomalía.

Figura 13. Sistema de bloqueo



Descripción de las alargaderas.

Las alargaderas son del tipo dentado y el manguito macho tiene un perfil convexo envolvente, que permite la transmisión de los esfuerzos de la laminación aun cuando el ángulo de trabajo es extremo.

Las alargaderas son del tipo telescópicas para permitir los desplazamientos necesarios de la caja.

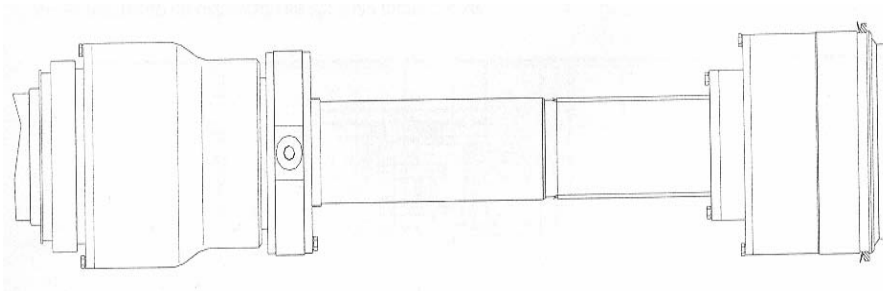
El acoplamiento al reductor se realiza a través del injerto dentado al cilindro de laminación a través de una espátula. El emboque de las alargaderas con los cilindros de laminación se realiza automáticamente a través de los chanfles.

Su posicionamiento se garantiza a través del soporte de las alargaderas provisto de cojinetes.

El material de los manguitos y de las alargaderas es de acero aleado y bonificado; a los manguitos dentados articulados se les hace un tratamiento de nitruración para aumentar su duración.

La lubricación se produce por medio del engrasado manual.

Figura 14. Alargaderas



Soporte de las alargaderas:

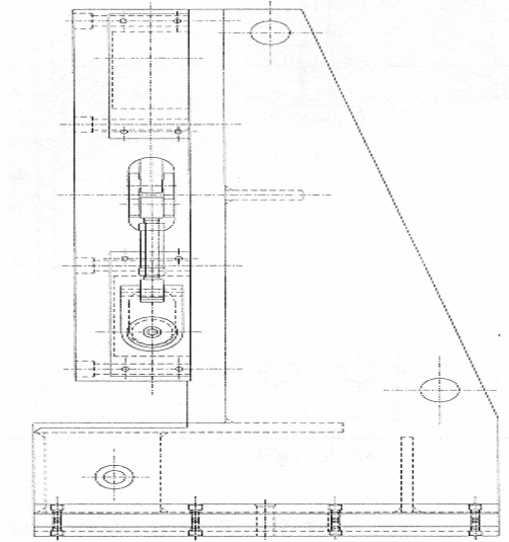
El soporte de las alargaderas es del tipo trasladable y asegura la correcta posición de las alargaderas a través de soportes articulados; se encuentra soportado por la base y mantenido en posición por loguerones.

En las cajas horizontales se monta para sostenerlas un balancín y facilitar la inserción de los cilindros de laminación.

Sobre el soporte de alargadera se encuentra la otra parte de la caja de conexión automática de las tubaciones principales.

El enganche del soporte de alargaderas al contenedor se realiza a través de un cilindro hidráulico, que recibe la presión de la central hidráulica desde las cajas.

Figura 15. Soporte de las alargaderas

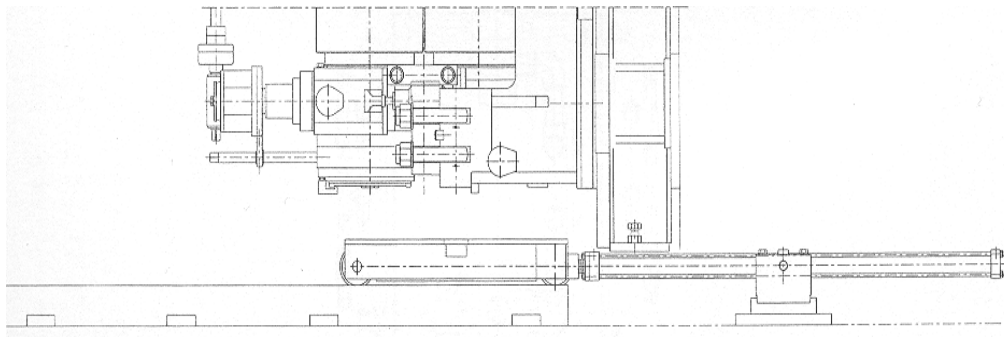


Extracción de la caja vertical:

La caja vertical se extrae a través de un carro empujado por un cilindro hidráulico. El cilindro es alimentado por el circuito hidráulico dedicado a las cajas.

El acople articulado de extracción se fija a las cimentaciones.

Figura 16. Extracción de la caja vertical

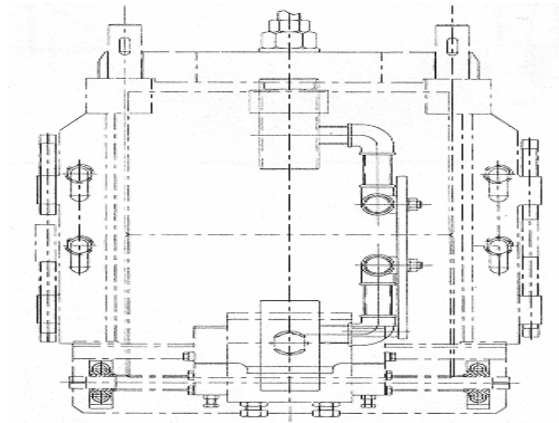


Descripción de los tubos de enfriamiento:

Los tubos de enfriamiento se suministran para el enfriamiento de los cilindros de laminación.

Un tubo superior y uno inferior se provee para cada caja y se encuentran montados en el lado de la salida. Están constituidos con un tubo, fijados a la barra sostén a través de grapas, y en el cual se encuentra una serie de foros que favorecen el spray del agua.

Figura 17. Tubos de enfriamiento



#### FALSA CAJA:

Cuando no es necesario poner la caja para la laminación, una falsa caja se monta en lugar del contenedor (completo con núcleo y platea).

Esta máquina guía el material a través del espacio que lo sustituye.

La caja falsa se encuentra compuesta de una estructura de sostén, realizada como el contenedor, lo que significa que puede ser bloqueada sobre la base, con dos rodillos comandados con motores eléctricos y una cubierta superior (enfriada con agua) de manera tal de evitar la transmisión a las alargaderas.

Se suministra diferentes cajas falsas de acuerdo a las diferentes configuraciones de las cajas. Su uso depende del diseño de los pasos de laminación.

Figura 18. Falsa caja

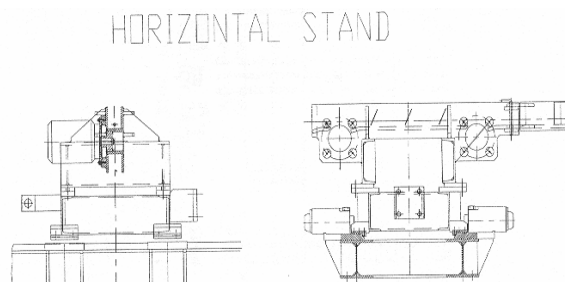
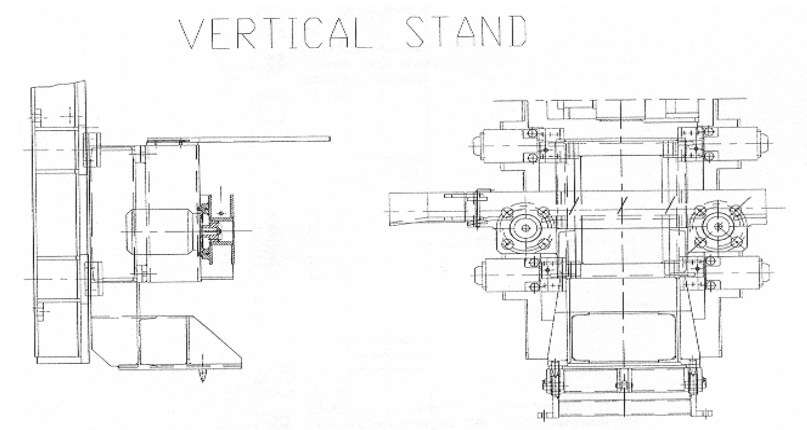


Figura 19. Falsa caja



Características y datos técnicos:

Características de la caja y performance:

Cajas horizontales numero	11, 13, 15, 17.
Cajas verticales numero	12
Cajas convertibles numero	14, 16, 18.
Números de serie	15056-15071
Mín. dist. de trabajo entre ejes	260 mm
Máx. dist. de trabajo entre ejes	330 mm
Máx. dist. de trabajo entre ejes sin carga	345 mm
Distancia entre ejes reductor	305 mm
Roll barrel	500 mm
Traslación transversal	450 mm
Diámetro cuello del cilindro	160 mm
Regulación axial	+ - 3 mm
Diez vueltas en manual corresponden a una traslación transversal de	0.36 mm

Plataforma de control:

Radio de la plataforma interna	1:57
Una vuelta del tornillo corresponde a una abertura de	12 mm
Una vuelta manual abre	0.2 mm

Datos del cilindro hidráulico para traslación transversal:

Cámara del cilindro	100 mm
Asta del cilindro	45 mm
Carrera	405 mm

Datos del cilindro hidráulico para la rotación de la caja convertible:

Cámara cilindro	152.4 mm
Asta del cilindro	76.2 mm
Carrera	1190 mm

Datos del cilindro hidráulico para el contenedor soporte alargadera:

Cámara del cilindro	82.6 mm
Asta del cilindro	50.8 mm
Carrera	120 mm

Tabla I. Especificaciones del reductor:

caja	relación	Velocidad entrada (RPM)	Potencia motor (KW)
11	1:4.2828	0-900-1800	0-560-560
12	1:3.00421	0-900-1800	0-400-400

13	1:2.58621	0-900-1800	0-400-400
14	1:2.11538	0-900-1800	0-400-400
15	1:2.05882	0-900-1800	0-560-560
16	1:1.5833	0-900-1800	0-560-560
17	1:1.66666	0-900-1800	0-560-560
18	1:1.2627	0-900-1800	0-560-560

La máquina fue proyectada para un suministro de:

Voltaje eléctrico

Motores principales – 690 V- 60 Hz

Motores auxiliares – 440 V – 60 Hz

Equipo de control -110 V – 60Hz

Válvula selenoide 24 V d.c.

Unidad de lubricación de grasa

presión 200 bar; caudal suministrado 150

Cm<sup>3</sup>/min. Potencia 0.45 KW

Unidad hidráulica

presión 180 bar; caudal suministrado

160 l/min; potencia 52 KW

Agua de enfriamiento

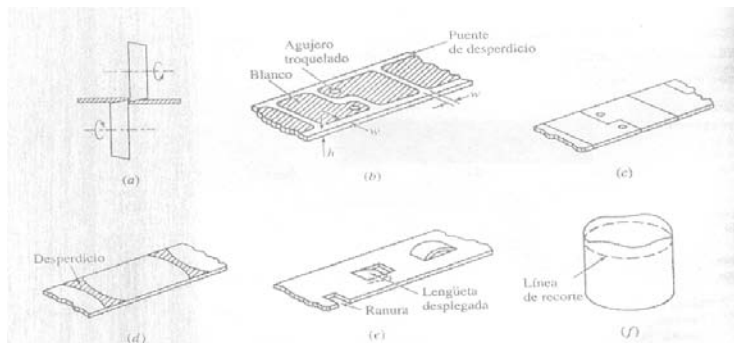
presión 3 bar; max. Temperatura 35<sup>o</sup>C

### 1.3.3 Cizallas

Sin importar el tamaño de la pieza que se va a producir, el primer paso abarca el corte de la lámina o de la tira en formas apropiadas por medio de la cizalla o guillotina. La terminología es muy descriptiva: el corte de una lámina a lo largo de una línea recta se llama simplemente cizallado. El corte de una tira larga estrecha mediante cuchillas

giratorias se denomina cizallar (figura a), y con frecuencia se realiza en centros de servicio donde los rollos de ancho completo que provienen de las laminadoras se dividen para su envío a las plantas de trabajo de lámina de metal. Una parte contorneada (circular o de forma más compleja) se corta entre un punzón y una matriz en una prensa en el proceso de troquelado (figura b). El mismo proceso se usa para remover zonas no útiles de una lámina, pero entonces se llama punzonado (figura b) de un agujero. Las piezas individuales se fabrican por corte en trozos (figura c) por división (figura d). A los bordes de la lámina se le llaman muescas, y un agujero parcialmente cortado, sin remoción de material, se hace por desplegado (figura e). Una parte contorneada se puede obtener mediante una serie de pequeños cortes repetidos en el proceso de mordisqueado (“niblado”). Los productos embutidos se terminan recortando el material en exceso (figura f).

Figura 20. Tipos de cizallado



El tipo de cizalla utilizada en la planta de laminación es una cizalla volante CSI 50 cuyas características generales se citan a continuación:

La cizalla está compuesta de las siguientes partes:

1. Caja
2. Dos cuchillas superiores y dos inferiores
3. Una guía de entrada
4. Un soporte de cuchilla superior y uno inferior
5. Un motor de comando



6. Dos acoples giratorios
7. Un reductor
8. Un freno neumático
9. Un volante
10. Protecciones y puerta de seguridad

Figura 21. Cizalla CSI50

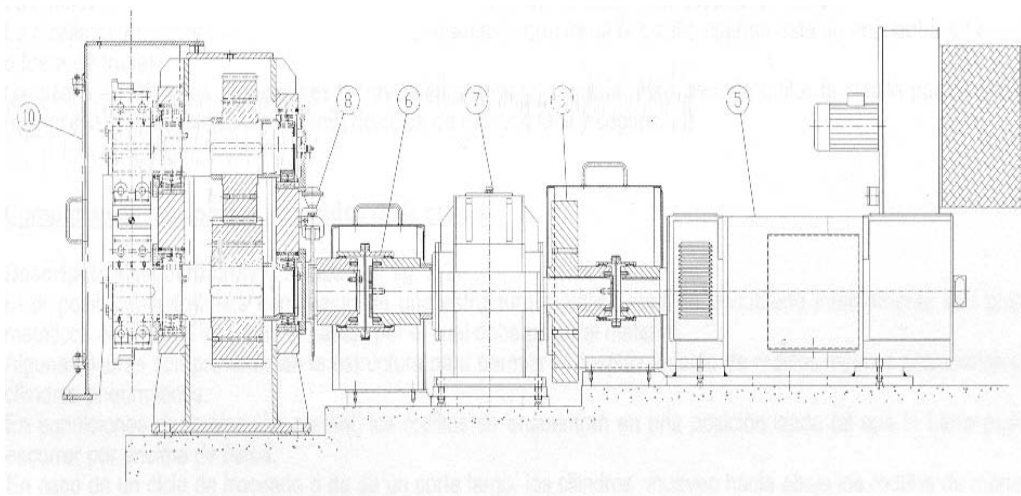
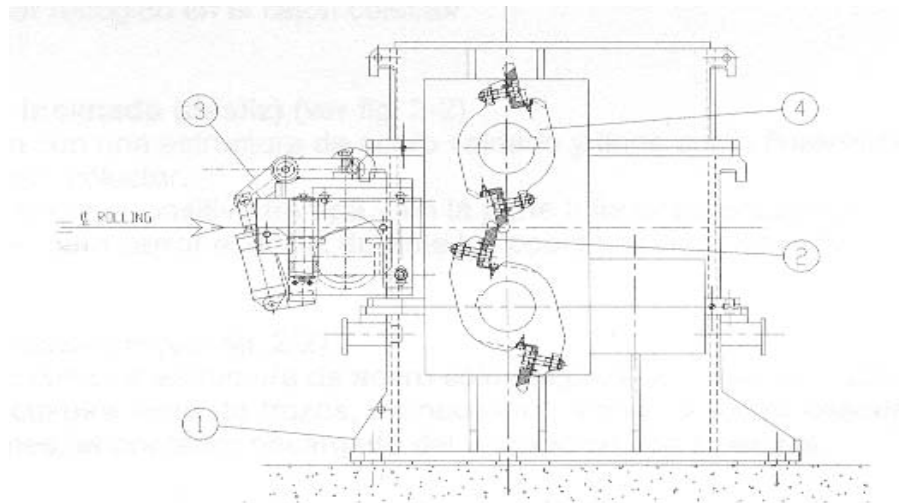


Figura 22. Vista lateral de la Cizalla CSI50



Descripción de ensamblado de la cizalla:

La cizalla volante CSI 50 está construida con una caja de acero soldado que fue realizada en dos partes; esto permite un desarmado fácil de las partes internas y durante el montaje permite controlar el juego entre los engranes.

El alojamiento o mandril ha sido “distendido” de stress (Stressed relieve) antes del mecanizado.

Posee también una ventana de inspección para el control de las condiciones de consumo de los engranes.

De acuerdo a las características de los materiales que deben ser cortados, se encuentran montadas las respectivas cuchillas.

Las cuchillas se encuentran montadas sobre soportes, hechos en acero soldado y stress releve.

La cizalla es equipada con una guía de entrada para alinear el material que va a ser cortado. La máquina se encuentra dotada de un reductor de manera que reduce la velocidad del motor y transmite la potencia requerida para su funcionamiento.

La conexión entre la cizalla y el reductor y el reductor motor se obtiene con acoples giratorios. La cizalla se encuentra dotada con un freno neumático que frena la cizalla cuando esta se encuentra en espera o fuera de trabajo.

Descripción del plano inclinado:

El desliz está construido con una estructura de acero soldado y tiene como finalidad darle dirección a los materiales cortados hacia el cajón colector.

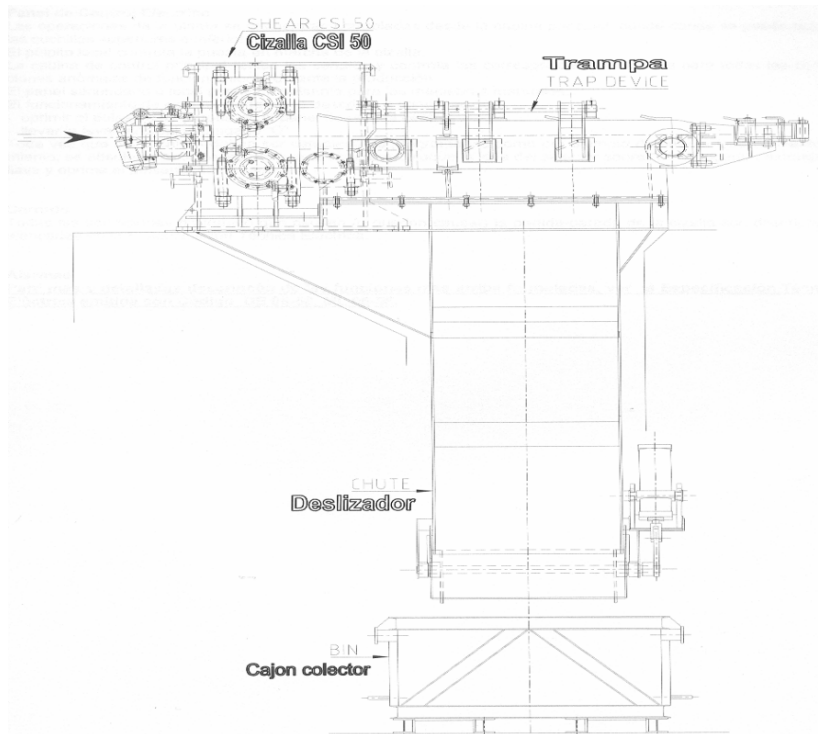
En la parte superior se fija el dispositivo trampa y en la parte inferior se encuentra un cierre actuado con un cilindro neumático, utilizado para cerrar el desliz durante las operaciones de vaciado del cajón colector.

Descripción del cajón colector:

El cajón está construido con una estructura de acero para contener los trozos cortados de barras.

Cuando el cajón se encuentra lleno de trozos, es necesario activar el cierre descrito arriba de manera tal que durante estas operaciones, el operador encargado del vaciado no corra riesgos.

Figura 23. Cajón colector



Datos y especificaciones técnicas:

Datos de la cizalla

Número de serie	15153
Posición	después de la caja 6
Relación interna cizalla	1:17.55555
Relación del reductor	1:7.94182
Relación total	1:2.21053
Relación cuchillas	300 mm
Mín. velocidad cizalla	0.42 m/s
Máx. velocidad cizalla	1.23 m/s
Mas. cupla de corte	11000 daNm

Máx. Fuerza de corte	500000 daN
WD2 tot. En las cuchillas	14171.1247 daNm <sup>2</sup>
WD2 cizalla	2213 daNm <sup>2</sup>
Mín. temperatura de corte	900 grados centígrados
Mín. dimensión a cortar	redondo 57.5 mm
Máx. dimensión a cortar	redondo 60 mm

Datos del motor:

Potencia	145 KW
RPM	760 rpm

Datos motoreductor guía de entrada

Relación	1:6.11
Potencia	1.1 KW
RPM	1000 rpm

Datos del cilindro neumático guía entrada

Diámetro	101.6 mm
Asta	34.9 mm
Carrera	125 mm

La máquina fue proyectada para:

Voltaje eléctrico	Motor principal 690V- 60 Hz Motores auxiliares 440 V- 60 Hz Equipo de control 110V – 60 Hz Válvulas solenoides 24 V d.c.
-------------------	---

Aire comprimido seco	presión max. 6 bar
----------------------	--------------------

Unidades de aceite de lubricación  
demandado

presión normal 6 bar; caudal

540 l/min; potencia 13 KW

#### 1.3.4 Formador de bucles:

El sistema de control de bucle asegura que la barra se lamina sin tensión.

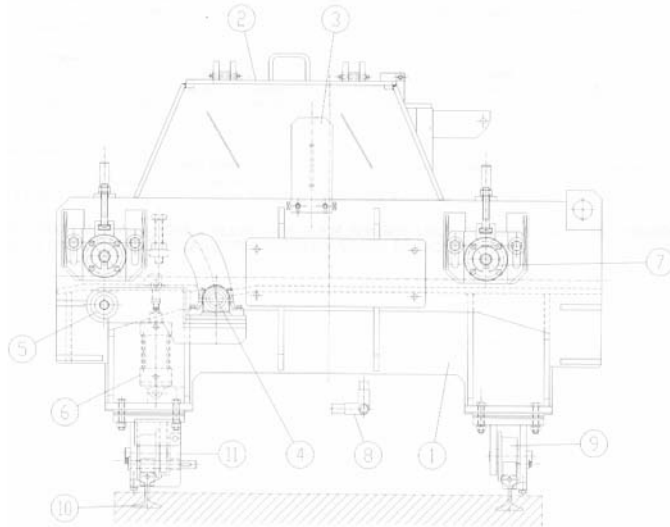
Mediante la “rotonda” o “loop scanner” se mide a la altura del bucle y el sistema de control ajusta la velocidad de las cajas aguas arriba, por medio del factor R, para mantener la altura.

Cuando la barra entra en la siguiente caja el brazo formador de bucle se activa para ayudar a la formación del bucle.

El formador de bucles vertical se compone de las siguientes partes:

1. Estructura
2. Una pared móvil
3. Espacio para el bucle
4. Un rodillo eyector
5. Perno
6. Un cilindro neumático
7. Dos rodillos de contraste
8. Un sistema de enfriamiento
9. Cuatro ruedas
10. Una base con rieles
11. Dos bloqueos

Figura 24. Formador de bucles



El formador de bucles vertical está construido por una estructura metálica soldada, donde son fijados los cilindros y dispositivos que cumplen con la respectiva función en la formación de bucles.

Dos paredes fijas y una móvil se encuentra fijada a la estructura principal; en la pared posterior se halla un agujero dispuesto de tal modo que es utilizado para controlar la posición del bucle, a través de una célula fotoeléctrica.

Un rodillo de eyección es situado bajo el material que se está laminando; puede rotar alrededor de un perno y accionado a través de un cilindro neumático.

Dos rodillos de contraste optimizan la posición del material laminado, formando el bucle al fin de reducir el desgaste de los dispositivos de laminación montados en las cajas que se encuentran antes y después del formador.

Un sistema de enfriamiento controla la temperatura de los rodillos de contraste y los respectivos soportes.

Cuatro ruedas montadas sobre cojinetes son fijadas a la estructura principal. Se utilizan para la traslación manual del formador de bucles, a lo largo de rieles que son soldados a la base, la cual es fijada a través de pernos a la cimentación.

Dos grapas de ajuste manual fijan a través de dos conos, el formador de bucles a los rieles en la posición de trabajo.

Control eléctrico desde el panel:

El rodillo eyector y la cizalla son operadas a través de un cilindro neumático conectado a la red. Desde el pulpito local se pueden comandar a través de pulsantes ambos sistemas.

Interbloques.

Los sensores de proximidad tienen como objeto detectar la longitud y la altura del bucle.

Datos y características técnicas:

Posición	entre cajas 11-12 y 13-14 entre cajas 14-18
----------	--

Número de hilos	1 (cajas 11-12 y 13-14) 3 (cajas 14-18)
-----------------	--

Rango de altura del bucle	0 a 400 mm
---------------------------	------------

Datos del cilindro neumático

Cámara de cilindro	100 mm
--------------------	--------

Vástago	25 mm
---------	-------

Carrera	80 mm
---------	-------

La máquina es diseñada para ser suministrada con: Main motors- 690V-60Hz

Voltaje eléctrico	Auxiliary motors 440V- 60Hz Control equipment 110V 60Hz Solenoid valve 24V d.c.
-------------------	---

Unidad de lubricación de grasa presión 200 bar.; caudal 150  
cm<sup>3</sup>/min;

Potencia 0.45 kW

Aire comprimido sin humedad

máxima presión 6 bar.

Agua de enfriamiento

máxima temperatura +35 °C;

máxima

presión 3-4 bar.

### 1.3.5 Monobloque acabador

Consiste en una serie de cajas de laminación por la cual pasa el alambroón para darle el acabado.

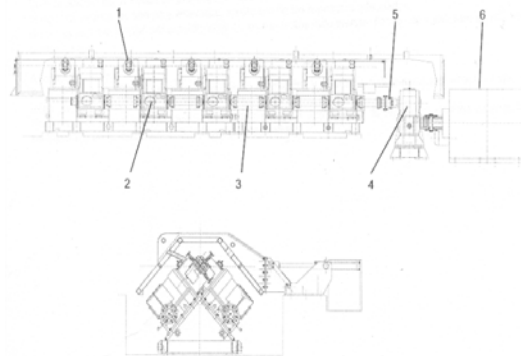
El monobloque utilizado en la planta de laminación es monobloque acabador MB 210.

Características generales:

El monobloque acabador MB 210 está compuesto por los siguientes componentes:

1. Cajas de laminación
2. Comando cajastand drive
3. Alargaderas
4. Multiplicador
5. Motor
6. Acoples

Figura 25. Monobloque acabador





Descripción general del tren:

El monobloque acabador es un tren continuo compacto. Los ejes de las cajas son dispuestos alternativamente a 90 grados entre ellos y a 45 grados con respecto al plano horizontal.

El monobloque es proyectado para laminar a altas velocidades alambrión liso o nervado de acero al carbono o aleaciones de acero. El proceso de laminación es del tipo libre de torsión.

El tren puede estar formado por un número diferente de cajas de laminación. El número de cajas depende del perfil a laminar y del producto requerido.

La configuración particular del tren de cajas ofrece un fácil acceso para que el operador llegue a los anillos de laminación y otros equipos y dispositivos que formen parte del monobloque.

Por sus características generales. El drenaje del agua de enfriamiento y el de cascarilla es también facilitado.

El eje de laminación es fijo debido a que la regulación de los anillos de laminación es realizada simétricamente.

Las cajas de laminación son intercambiables y pueden ser extraídas fácil y rápidamente.

El sistema de comando y transmisión es equipado con un lado que se pueda inspeccionar a través de compuertas y para fácil mantenimiento del engranaje.

Cajas de laminación:

La caja de laminación es el componente del tren expuesto mayormente a las sobrecargas. Los mandriles giran sobre cojinetes especiales, los cuales soportan cualquier carga axial proveniente del tren con un cojinete de bolillas.

Un laberinto, guarniciones y un sistema a presión aseguran una protección de la máquina en caso de presencia de agua o cascarilla.

Las cajas de laminación son perfectamente idénticas y por lo tanto intercambiables. Este no es el caso para la transmisión de regulación, que son diferentes entre las cajas de la línea derecha y las cajas de la línea izquierda.

Los dos diferentes dispositivos de ajuste predispuestos para la abertura o cerrada de los anillos de laminación se encuentran en una posición que previene riesgos personales para los operadores.

Una caja de laminación es un componente crucial de la laminación, porque sujeta permanentemente a esfuerzos resultantes de la velocidad suministrada al mandril y de las fuerzas de separación cuando el proceso de laminación se encuentra en funcionamiento. La máxima apertura de los anillos de laminación es de 216 mm. descargados.

Las principales partes de una caja de laminación son:

✓ Alojamiento:

Realizados en acero, en los cuales se encuentra ubicado el grupo de control y el frente de los soportes del mandril.

✓ Soportes mandriles:

Construidos en dos partes donde encuentran situados los soportes para los cojinetes planos de material blanco y los cojinetes para la rotación del mandril.

✓ Mandriles:

Se dividen en mandriles superiores e inferiores, a partir del momento que los dientes de sus respectivas hélices son de diferente mano.

Sobre un extremo, el mandril lleva el buje de montaje para las cajas de laminación y sobre el extremo opuesto, soportan el alojamiento del cojinete axial.

✓ Cojinetes de metal blanco y cojinetes de bolilleros oblicuos:

Los mandriles giran sobre un bolillero de metal blanco hidrodinámicamente soportado.

Los cojinetes esféricos oblicuos son para soportar los esfuerzos axiales de los mandriles.

- ✓ Dispositivo de control de abertura de los cilindros:  
Permite que los mandriles abran o cierren con respecto al eje de laminación.  
El equipo de regulación consiste en un par de tornillos roscados y dos tuercas de bronce engranadas con la hélice de la cremallera de los soportes del mandril.
- ✓ Guarniciones:  
También las guarniciones del laberinto son de vital importancia para el buen resultado de la laminación. Las guarniciones han sido proyectadas para evitar que el agua y la cascarilla producida durante la laminación pueda entrar dentro de las cajas, provocando si esto sucediera la contaminación del aceite de lubricación y el atascamiento de los equipos (de los cojinetes en primer lugar).
- ✓ Sistema de enfriamiento para las cajas de laminación:  
Dos colectores con inyectores de agua para el enfriamiento de los cilindros de laminación se encuentran fijados en cada caja.
- ✓ Guías de entrada y salida:  
El dispositivo guía se instala de acuerdo con el diagrama de laminación elegido. Las guías son destinadas a dar la dirección a las barras de entrada para ser laminadas y a la salida luego de la laminación.

Sistema de comando de la transmisión de las cajas:

El sistema de comando de las cajas son reductores puestos entre el multiplicador principal y las cajas de laminación.

Estas unidades han sido proyectadas para que la velocidad del mandril pueda ser intercambiada en función de la posición de la caja en el tren a través de los engranajes cilíndricos helicoidales montados entre el engranaje cónico y el grupo de 4 engranajes de comando.

Algunas cajas son designadas como de baja velocidad porque su relación es menor de 1, otras cajas son designadas como de alta velocidad, porque su relación es mayor a 1.

El multiplicador:

La función principal del multiplicador de velocidad es la de transmitir el movimiento desde el motor a las dos transmisiones del tren, aportando la potencia a la velocidad de laminación requerida.

Las características más importantes son:

1. Las RPM del motor a la transmisión del comando de la caja son incrementadas a través del multiplicador.
2. Las RPM en los dos ejes de salida del multiplicador son diferentes.  
Esto se transmite en un incremento de la velocidad de los anillos de la laminación para el material que se ha iniciado a laminar.

Acoples:

Un acople viene montado entre el motor y el multiplicador. La guarnición anillo del manguito es asegurada con una brida removible para una fácil inspección dos acoples con espigas de seguridad se montan sobre los ejes de salida. Esto asegura la protección al sistema de transmisión en caso de atores o sobrecargas imprevistas.

Alojamientos:

Fabricados normalmente como una carcasa dentro de la cual, se desarrolla a lo largo de un plano oblicuo a la base la posición de tres de los cuatro ejes de la máquina.

El cuarto eje que comanda las cajas pares es soportado por la mitad superior de la estructura.

Tren de engranajes:

Se montan engranajes cilíndricos con dientes helicoidales.

**Guarniciones:**

En los ejes de transmisión y en los dos de salida, se encuentran montadas guarniciones tipo MIM de la VITON.

**Lubricación del multiplicador:**

El aceite forzado de lubricación es suministrado por una central hidráulica.

**Interbloqueos:**

Es un dispositivo para el control del bloqueo del monobloque acabador:

Se trata de un hilo sintético a controlar el pasaje de la barra entre una caja y la otra evidenciando cualquier problema que pudiera suceder. El hilo se coloca a una apropiada distancia del eje de laminación.

Cuando se produjera algún problema, la barra quema el hilo y el limit swich (activado por la deformación del hilo) queda fuera de línea, produciendo la parada instantánea de la marcha.

La laminación no puede tener lugar si la cubierta principal no se encuentra cerrada o cuando cualquiera de los limit swich indique algún impedimento. También en este caso se encuentran predisuestas las correspondientes alarmas.

**Tabla II. Datos técnicos:**

Características técnicas	
Diámetro nominal del anillo	210 mm
Diámetro mínimo del anillo	196 mm
Ancho del anillo	72 mm
Número de canales del anillo	2

Potencia del motor	(2X) 0- 2500-2500 KW
RPM del motor	0-900-1600 rpm

La máquina es proyectada para ser suministrada por:	
Voltaje eléctrico	Motores principales 440/600 V d.c.
	Motores auxiliares 380 V- 50 Hz
	Equipos de control 220 V- 50 Hz
	Electroválvulas 24 V d.c.
Aceite hidráulico	Max. Presión 130 bares; max. Caudal 27 l/min; potencia unidad 7.5 KW
Lubricación aire/aceite	Max. Presión 200 bares; max. Caudal 0.75 l/min; potencia unidad 1.5 KW
Aire comprimido seco	Max. Presión 6 bares
Agua de enfriamiento	Max. Temperatura +35 grados C; max. Presión 10 bar; max. Caudal 60 m3/h

Peso	
Grupo monobloque acabador	Aproximadamente 79886 Kg
Grupo comando multiplicador	Aproximadamente 9700 Kg
Comando cajas derechas	Aproximadamente 5950 Kg
Comando cajas izquierdas	Aproximadamente 5750 Kg
Grupo comando cajas	Aproximadamente 2650 Kg

### 1.3.6 Formador de espiras:

En un tren de Alambión la espira que formará parte del rollo se conforma en el llamado Formador de Espiras, un cabezal giratorio que forma las espiras del rollo depositándolas una a una sobre rodillos transportadores, que irán arrastrando las espiras hasta la cámara de formación de la bobina.

Antes del Formador de espiras se encuentra el Rodillo Tractor o arrastrador, que es el encargado de tirar del alambre, por lo que sus funciones no son de laminación si no de tiro.

La velocidad del rodillo tractor deberá estar perfectamente coordinada con el giro en revoluciones por minuto (rpm), del cabezal del formador de espiras.

El cabezal del formador de espiras lleva en su interior un tubo curvo en forma de espiral, que al girar expulsa y hace avanzar las espiras sobre el camino refrigerado que a su vez avanza en el sentido de la laminación tirando de las espiras conformadas. Hay tubos curvos de dos diámetros de agujeros distintos, uno de 19,1 para calibres de hasta 10,5 con insertos hasta 6.5 mm y sin insertos en medidas superiores, y otro de 31,8 para el resto de diámetros. Este tubo curvo conduce la barra desde la guía de salida del rodillo tractor hasta las boquillas de entrada del formador de espiras.

La posición del cabezal formador de espiras en el momento en que es despedida la punta del rollo cumple un papel crítico en el proceso, razón por la cual debe controlarse su posición, y en caso de ser necesario, realizar la corrección para asegurar su posición correcta en el momento de despedir la punta. Por lo que lleva un sistema corrector de la velocidad del cabezal para lograr su posicionamiento correcto.

El sistema cuenta con dos señales de entrada provenientes de un sensor inductivo solidario al cabezal que permite determinar su posición y de una célula fotoeléctrica ubicada a una distancia fija del cabezal que sensa el paso del inicio de material, y una salida que es el escalón de corrección que se aplicará a la referencia de velocidad del motor que mueve el cabezal.

El tipo de formador de espiras utilizado en la planta de laminación es el formador de espiras E100A cuyas características principales se describen a continuación:

Características generales del formador de espiras E100A:

El formador de espiras está formado por las siguientes partes:

1. Arrastrador
2. Base
3. Cabeza formadora
4. Acople motor
5. Motor

Figura 26. Formador de espiras

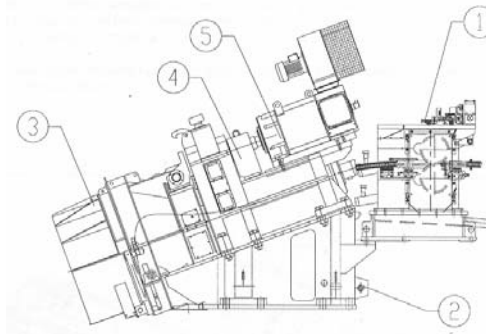
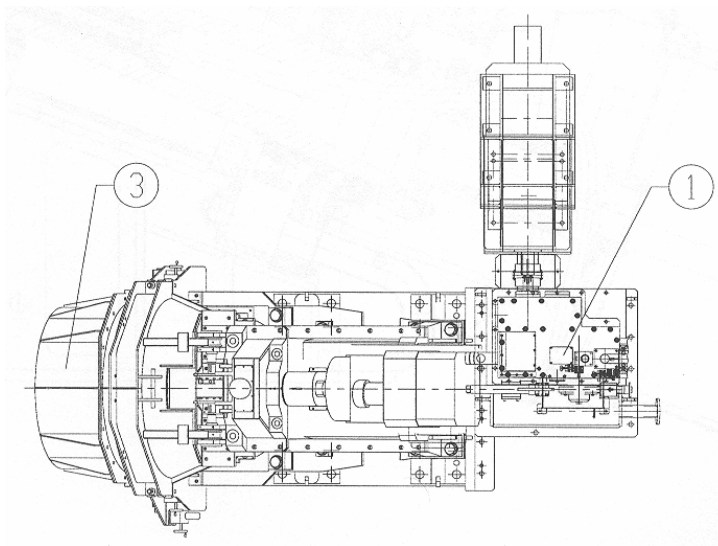


Figura 27. Vista superior del formador de espiras





### Descripción del grupo formador de espiras:

La formadora de espiras consiste en una sólida estructura de acero soldado la cual forma una carcasa (A) en donde se alojan los elementos rodantes. Estas partes en movimiento consisten en una cavidad cónica (B) que contienen el sistema de enfriamiento (C) y el inyector de entrada (D) para la sección redonda, montadas sobre el lado de ingreso.

La cavidad cónica (B) está construida de aleación endurecida y templada, y soportada por cojinetes de precisión aptas para el uso a altas velocidades.

La campana formadora de espiras (E) es atornillada a la cavidad cónica (B) el tubo formador de espiras (F) se encuentra fijado dentro de esta campana. El eje de entrada (G) transmite la rotación al sistema de la campana formadora de espiras/cavidad cónica a través del engranaje (H).

El eje es construido por una aleación de acero endurecido y templado y soportado por cojinetes de precisión apto para altas velocidades.

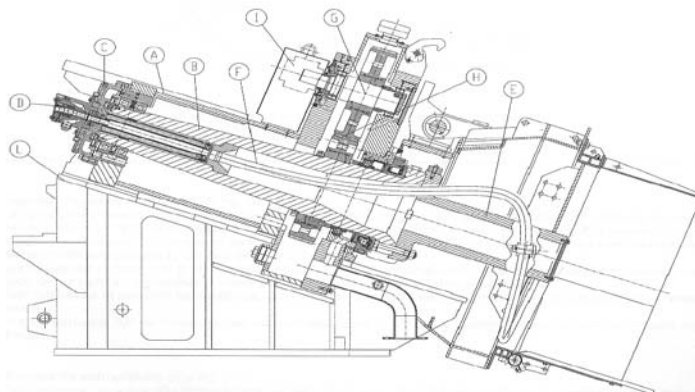
El engranaje es construido en aleación de acero endurecido y templado.

Todos los grupos rotantes son balanceados dinámicamente de manera tal para evitar vibraciones.

El arrastrador y la cabeza formadora de espiras se encuentran firmemente fijados a una sólida base de acero soldado (L).

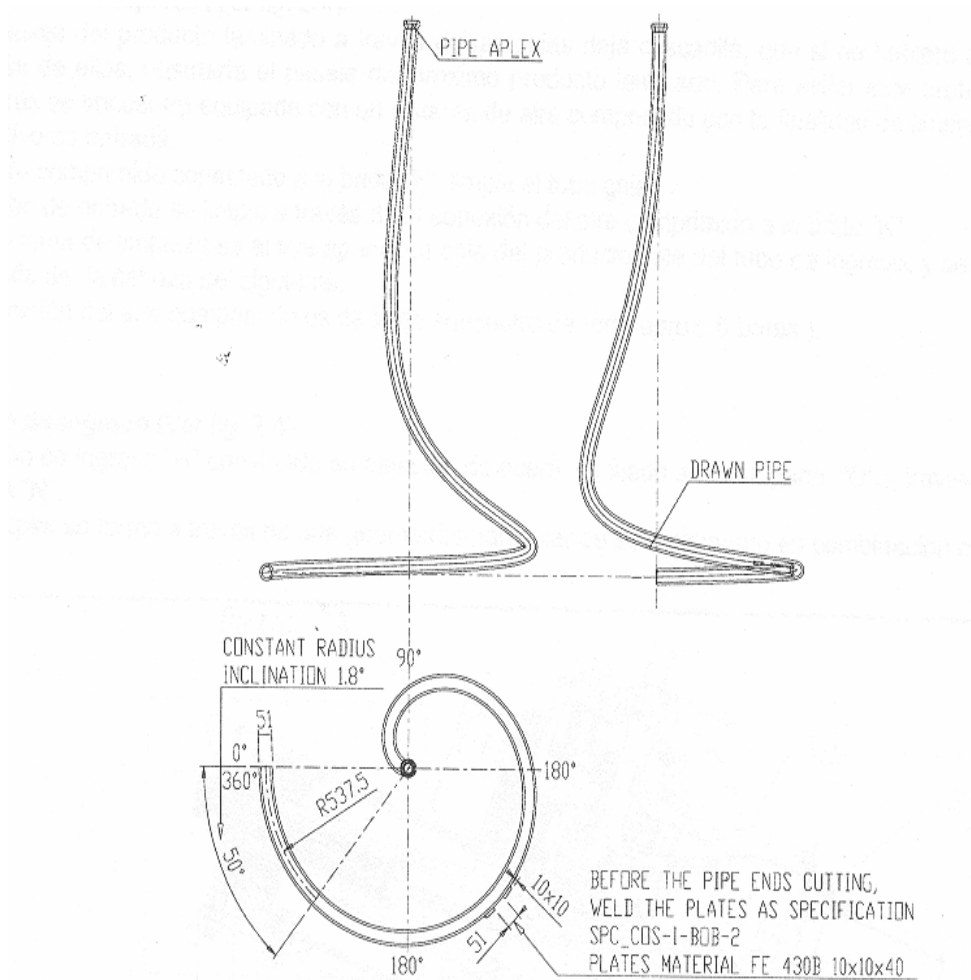
Un sistema de lubricación externa lubrica no solo los cojinetes y los engranajes, si no también el arrastrador a servicio de la cabeza forma espiras.

Figura 28. Descripción del grupo formador de espiras



## Tubo formador de espiras:

Figura 29. Tubo formador de espiras



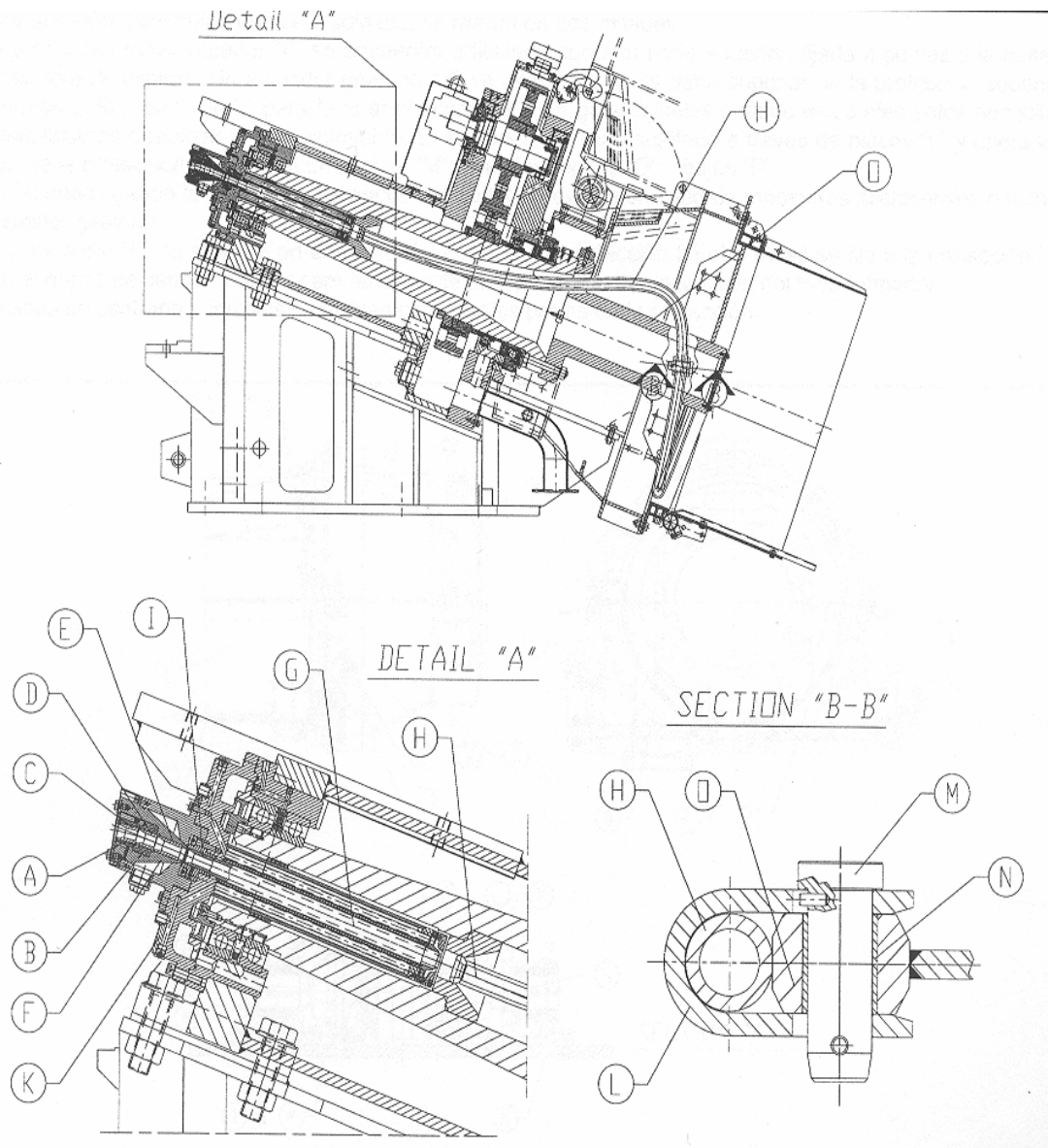
- 1) PIPE LENGTH 4.5 m
  - 2) BEND AND CHECK THE PIPE WITH THE SPECIFICATION SPC\_COS-I-BOB-20
  - 3) THE FINAL WEIGHT OF THE PIPE MUST BE Kg 31.45
- PIPES OUTSIDE THE ABOVE INDICATED WEIGHT RANGE CAN BE USED ONLY AFTER A PROPER BALANCING OF THE ROTATING PARTS OF THE LAYING HEAD

Tubo de ingreso: (ver figura 30)

El tubo de ingreso H construido en aleación de acero, es fijado a la campana O a través de L, espinas M y bujes N.

La espira se forma a través de una geometría particular de este elemento en combinación con su rotación.

Figura 30. Tubo de ingreso



Protección frontal de la cabeza forma espira:

Protección inferior: (ver figura 31)

La protección, construida sólidamente de acero soldado, ha sido construida en dos mitades.

La mitad inferior A es fijada a la estructura a través de los tornillos B.

Una serpentina C ha sido prevista en la parte inferior, a través de la cual puede circular el agua para el enfriamiento de la protección de las partes adyacentes. El suministro de agua es la circulación forzada. Esta disposición previene la formación de vapor dentro de la cavidad, y garantiza una mayor eficiencia de enfriamiento del sistema. El suministro del agua se efectúa a la presión de la red.

Una mitad del anillo guía D es atornillado al centro en el frente de la protección (la otra mitad del anillo E se fija a la mitad superior de la protección) con el objeto de centrar y hacer caer lentamente las espiras a medida que salen del tubo formador.

Deslices ajustables F se encuentran a ambos lados del anillo, para regular la caída de la espira sobre el tapete de rodillos.

La regulación de los deslices F y el anillo guía D se realiza a través de tornillos a manivela manuales G y H.

Protección superior: (ver figura 31)

La protección, construida en acero soldado, se realiza en dos mitades.

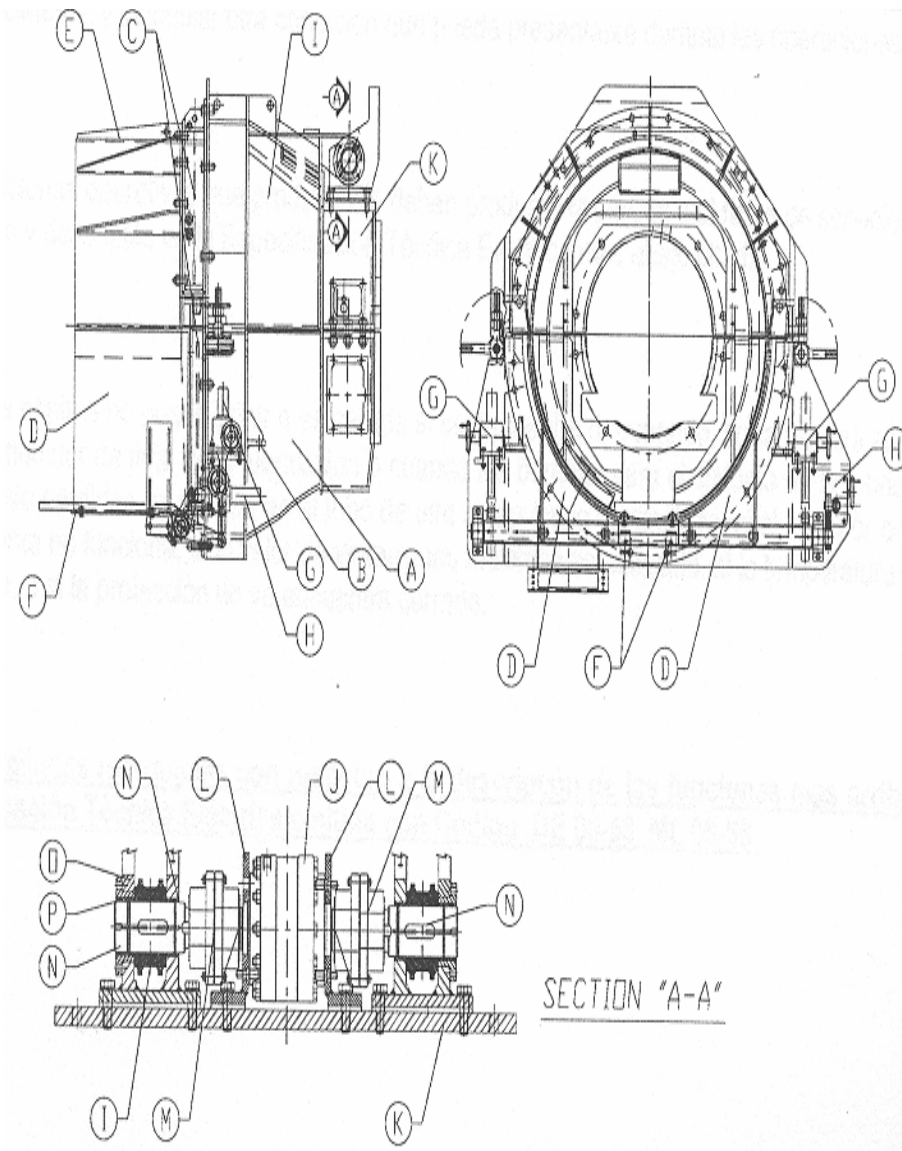
La protección móvil superior I se encuentra articulada sobre la parte superior, fijada a su vez a la base de la formadora de espiras. Un acabador giratorio J, se encuentra en la parte superior de la protección superior K, levantando la protección I para facilitar el acceso al tubo guía/cojinete cuando éstos elementos necesitan ser remplazados o para realizar el mantenimiento. El actuador J viene sujeto a través de placas L y opera la rotación de la protección I a través de coplas M, ejes N, bridas O y bujes P.

Un bloqueo cuando la protección se encuentra abierta previene en caso de maniobras accidentales o fallas en el actuador giratorio.

El semianillo E se atornilla en el centro del frente de la protección ( la otra mitad se fija a la protección inferior) con el objeto de centrar y hacer caer lentamente la espira a medida que sale del tubo formador.

Espinas de centrado y tornillos se utilizan para fijar las partes de protección.

Figura 31. Protección superior



Base de la formadora de espiras:

Es una robusta construcción de acero soldado y de dimensiones suficientes para garantizar la estabilidad.

La base se fija a la cimentación a través de pernos de anclaje.

Estas superficies son suficientemente mecanizadas para soportar, guiar, posicionar y alinear la formadora de espiras y su motor.

A la entrada del material se halla una superficie mecanizada sobre la base, completa de agujeros de seguridad para espigas, para la conexión de la base del arrastrador.

Chaveta de bloqueo entre el motor y la formadora:

Este bloqueo es del tipo a chaveta. El acople y la chaveta tiene la capacidad de transmitir un determinado valor de torsión, aun si los ejes se encuentran ligeramente desalineados.

La transmisión del esfuerzo de torsión se produce por el rozamiento entre los manguitos fijados sobre los ejes y las chavetas.

Inserto de chavetas se encuentran construidas de acero endurecido y templado para transmitir la torsión con seguridad.

Motor:

La instalación estándar provee un motor D.C. con la potencia suficiente para suministrar la máxima velocidad requerida para el tipo de producción prevista.

Pulpitos de control eléctrico:

La formadora de espiras es alimentada por un motor que comanda el tubo formador de espiras a través de engranajes.

La velocidad de la cabeza forma espira es prefijada y controlada desde el pulpito principal de control en función de la velocidad de laminación y el diámetro del producto laminado.

El pulsante en el pulpito local controla el movimiento de la cabeza forma espira y la abertura y cerrado de la protección que permita el acceso a la campana cuando sea necesario para sustituir el tubo formador de espiras.

El pulpito principal controla las alarmas producidas por falta de lubricante, vibraciones excesivas, sobrecalentamiento de los cojinetes, y cualquier otra condición que pueda presentarse durante la operación de producción.

Tabla III. Características técnicas:

posición	Inclinada 20 grados
Diámetro del engranaje primitivo	553,767 mm
Diámetro del engranaje primitivo	645454 mm
Diámetro del tubo formador de espiras	1049 mm
Diámetro de la espira	1050
Temp. mínima del producto laminado	650 grados C
Máxima velocidad de laminación	50 m/s
Diámetro mínimo a enrollar	5 mm
Diámetro máximo a enrollar	13.5 mm
Modelo del actuador giratorio	SS-12-2V-E-V-ZC2
Características del motor	
Tipo	ABB-AX 250 L.3
Potencia	120 KW
Rango de velocidad	0- 1000 RPM

### 1.3.7 Banda Transportadora de espiras a rodillo:

El transportador de espiras a rodillos consiste en una serie de bancos, que tienen como objeto el transferir las espiras desde la cabeza formadora de espiras (1) hasta el área de formación de bobinas (2).

El camino de rodillos está formado por cinco secciones:

- ✓ Banco inicial (3)
- ✓ Bancos intermedios con cubierta (4)
- ✓ Bancos intermedios sin cubierta (5)
- ✓ Banco de separación (6)
- ✓ Banco final (7)

Cada banco se compone de una estructura metálica principal y de una serie de rodillos suministrados con soporte doble, el cual se encuentra bloqueado en uno de los extremos y libre del otro, para permitir la dilatación provocada por los cambios de temperatura. Todos los soportes tienen cojinetes resistentes a altas temperaturas que no necesitan lubricación. Los rodillos son conectados entre si a través de una cadena que está comandada por un motor reductor.

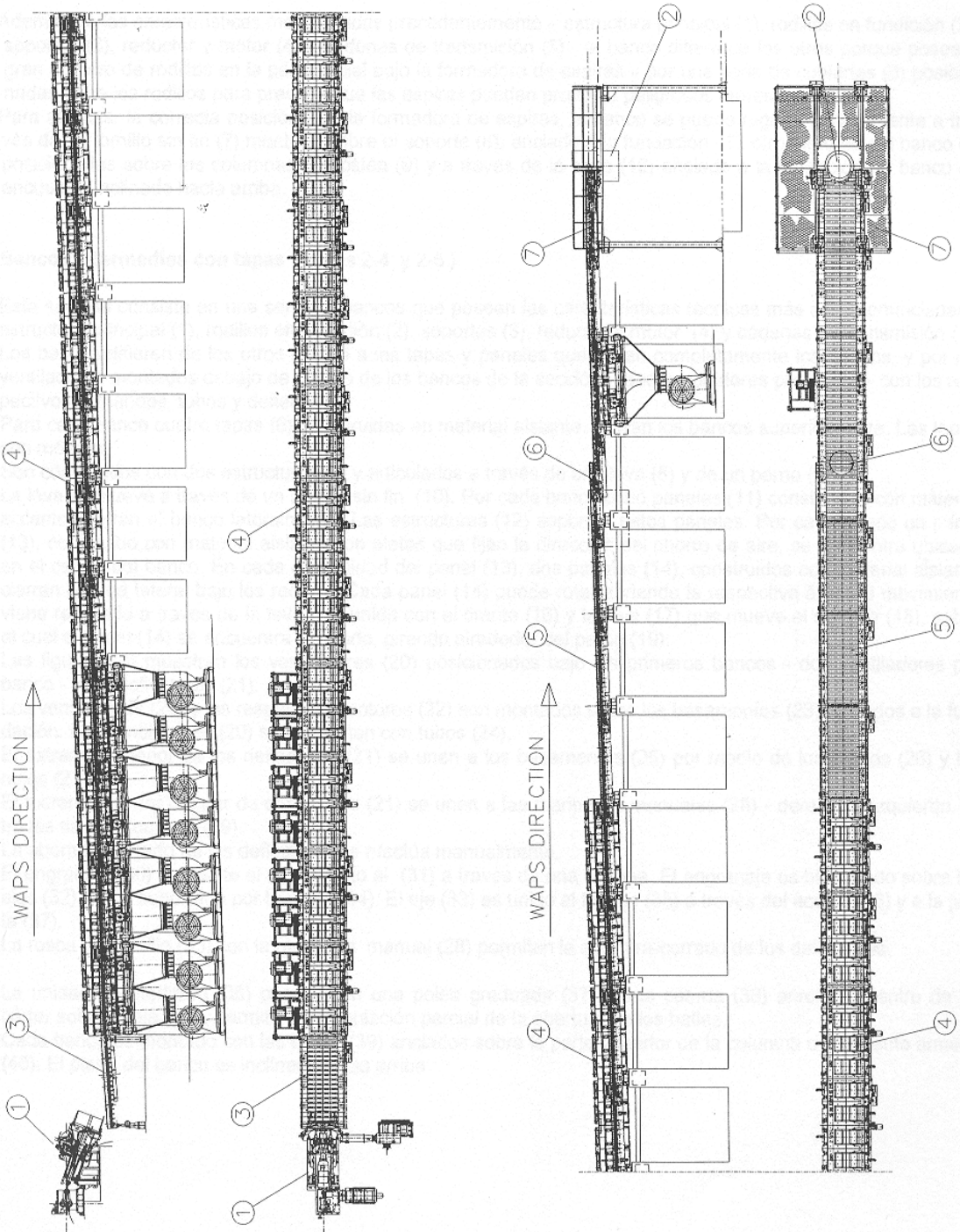
El camino de los rodillos tiene dos diferentes velocidades: una que involucra las secciones iniciales y una segunda velocidad ligeramente mayor para las otras secciones, lo cual permite que las espiras se separen y puedan enfriarse más fácilmente. Además, la conexión entre los bancos con diferentes velocidades es caracterizada por un salto para distribuir fácilmente las espiras sobre la última parte del camino de rodillos.

Algunos ventiladores se encuentran ubicados por debajo de los bancos intermedios con tapa y bajo aquellos sin tapas.

El objeto es tener un control más fácil del enfriamiento de espiras.



Figura 32. Banda transportadora de rodillos



#### Banco inicial:

El banco inicial está constituido por una estructura principal, rodillos en fundición, Soportes, reductor y motor y cadenas de transmisión. El banco difiere de los otros porque posee un gran número de rodillos en la parte inicial bajo la formadora de espiras y por una serie de cubiertas posicionadas entre los rodillos para prevenir que las espiras puedan provocar peligros.

#### Bancos intermedios con tapas:

Esta sección consiste en una serie de bancos que poseen las características técnicas arriba enunciadas. Está constituido por una estructura principal, rodillos en fundición, soportes, reductores y motor, y cadenas de transmisión. Los bancos difieren de los otros debido a las tapas y paneles que aíslan completamente los bancos, y por ventiladores montados debajo de alguno de los bancos de la sección (dos ventiladores por banco) con los respectivos comandos, tubos y deflectores.

Para cada banco cuatro tapas construidas en material aislante, cierran los bancos superiormente. Las tapas son móviles.

Los ventiladores están posicionados bajo los primeros bancos (dos ventiladores por banco) y los deflectores.

#### Bancos intermedios sin cubierta:

Esta sección consiste en bancos que tienen las características técnicas ya mencionadas. Está constituido por una estructura metálica principal, cilindros, soportes reductor y motor y una cadena de transmisión.

Los bancos difieren de los otros por la cantidad de rodillos por banco, por el tipo de rodillos (rodillos de fundición o rodillos tubulares) y por los ventiladores montados bajo el banco, con comandos, tubos y deflectores.

La figura muestra los ventiladores localizados bajo la tabla de la sección y los deflectores.

El ventilador y los deflectores tienen la misma característica técnica como las mocionadas en los bancos intermedios con cubierta.

Cada banco es montado sobre una base anclada sobre la superficie de la columna de concreto.

El plano de los bancos es inclinado hacia arriba.

Además esta sección tiene un camino de rodillos de separación, un tipo de banco especial, que posee las características ya mencionadas (estructura metálica principal, rodillos, rodillos cortos, soportes, reductor y motor y una cadena de transmisión.

Este banco se caracteriza por un salto y una velocidad diferente a los rodillos para distribuir las espiras sobre el camino de rodillos.

Banco final:

Esta última sección consiste en un banco realizado en dos partes diferentes: una inicial y que posee las características técnicas arriba mencionadas estructura metálica principal, rodillos tubulares, soportes, reductor y motor y cadena de transmisión; la parte final con salto consta de cuatro pares de rodillos cortos.

Estos rodillos tienen como objeto centrar mejor las espiras caídas en la estación de formación de bobinas que se encuentra abajo.

El plano del banco final a diferencia de todos los otros, no es inclinado.

### 1.3.8 Estación de formación de bobinas o de rollos

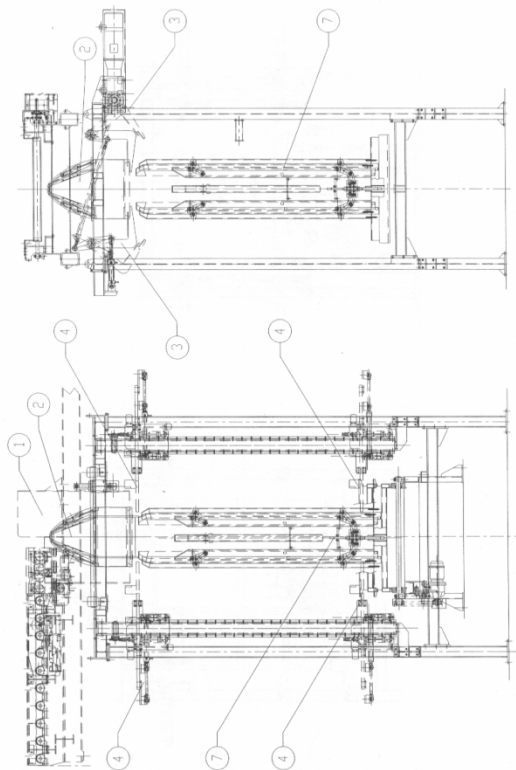
La estación de formación de bobinas tiene como objeto el recibir las espiras que caen desde el banco final del camino de rodillos y de formar una bobina.

La estación se sitúa bajo los cuatro pares de rodillos cortos del banco final del camino de rodillos para espiras y consiste en las siguientes partes.

- 1) Embudo
- 2) Cono de centrado
- 3) Cono soporte de unidad

- 4) Elevador
- 5) Unidad de caja de bobina
- 6) Plataforma
- 7) Palet
- 8) Circuito de convección

Figura 33. Palet



Embudo:

Un embudo unido a la estructura soldada del banco final, colecta todas las espiras que caen y las guías al cono de centrado que se encuentra abajo.

Cono de centrado:

En la parte superior de la estación de formación de bobinas existe el cono de centrado realizado con una estructura metálica soldada alrededor del mismo, las espiras caen desde lo alto.

Unidad de soporte del cono:

Una serie de dos levas comandadas por un cilindro hidráulico soporta el cono de centrado cuando el palet se encuentra en posición inferior. Las dos levas son conectadas a través de una barra, y sostenida por soportes.

Elevador:

Dos elevadores soportan la bobina que se forma alrededor del cono centrado, desde la posición superior bajo el cono a la posición inferior de arriba del pallet. El elevador consiste en cuatro carros que se deslizan a lo largo de la columna sobre las guías. La transmisión de los cuatro elevadores está compuesta por un motor reductor, el eje de transmisión una rueda de engranaje montada sobre cada extremidad del eje la cadena que engrana el piñón y la unidad de carro del elevador. La otra extremidad de la cadena se encuentra unida a un contrapeso.

Caja de bobina:

Esta caja se encarga de proteger externamente la bobina cuando ésta se está formando en la respectiva estación.

Plataforma:

La plataforma tiene como objeto elevar el palet a la posición de trabajo de la formación de bobinas y bajándolo sobre la transportadora.

Palet:

Los palet soportan internamente las bobinas durante su formación y verticalmente durante su transporte. El palet consiste en una estructura metálica soldada con un borde que permite deslizarse sobre las ruedas del transportador y puede ser soportado establemente por la plataforma.

Transportador:

El transportador desplaza los palet, con o sin bobinas en la estación de formación se encuentran situados a nivel con la parte inferior de los palet en la posición de trabajo y consiste en una estructura metálica soldada y cinco pares de ruedas.

Sistema transportador de palet vertical:

El sistema transportador de palet vertical transporta los palet con las bobinas desde el sistema de formación (1) hacia el sistema de compactación vertical y atado (2) luego hacia la estación de descarga de la bobina (3) y transporta los palet sin las bobinas desde la estación de descarga nuevamente hacia la estación de formación.

El sistema de transportador consiste de las siguientes partes:

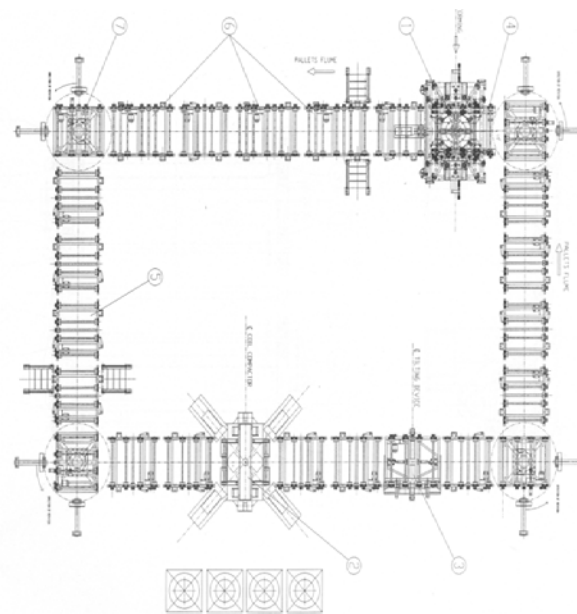
Banco estación formación bobinas (4)

Banco transportador de palet con cuatro pares de ruedas (5)

Banco transportador de palet con cinco pares de ruedas (6)

Cuatro bancos giratorios (7)

Figura 34. Transportador de palet



### 1.3.9 Atadora hidráulica prensa rollos

El objetivo de la atadora prensa rollos LPMN es de atar los rollos de alambón de dimensiones medianas y grandes.

Los rollos que se van a atar deben ser posicionados verticalmente (en la zona de atadura), con un sistema de palet transportados por rodillos motorizados.

Cuando el palet porta rollo alcanza la posición de atadura, desciende y deposita el rollo sobre una mesa de prensado.

Una plancha de prensado superior desciende y prensa el rollo contra una mesa inferior. Las cuatro unidades de atadura avanzan de forma radial hacia el rollo y cumple el propio ciclo de atadura.

Una vez efectuado la atadura la plancha de prensado superior se levanta. El palet regresa a nivel de la línea de transporte. El rollo es enviado fuera del compactador y canalizados en el sistema de transporte automático.

La máquina puede ser equipada con dos o cuatro grupos de atadura, en condiciones de efectuar un nudo del tipo de alta resistencia de forma paralela y chata.

Características de fabricación:

La estructura del prensa rollos está compuesta por varios grupos fabricados con robustas chapas de acero soldadas electrónicamente.

Todos estos cuerpos de carpintería metálica recibe un tratamiento térmico de distensión de las soldaduras y sucesivamente son decapados con arena, para tomar la superficie más idónea al barnizar de modo que sea constante en el tiempo y que el aspecto exterior sea mejor.

El deslizamiento de los carros en movimiento se produce a lo largo de guías fabricadas con acero especial y mediante ruedas con rodamientos.

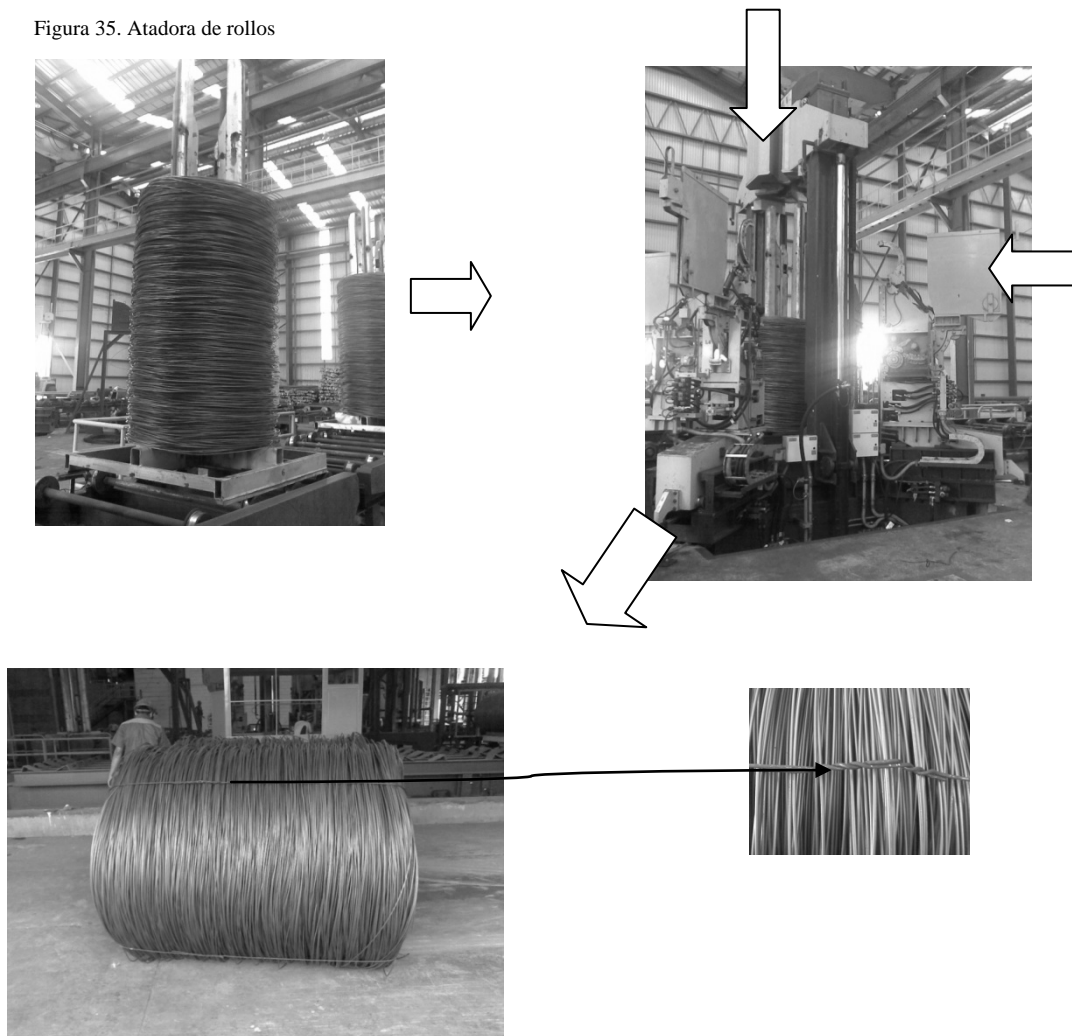
Todos los componentes mecánicos (guía alambre) que están en contacto con el alambón de atadura, son fabricados de acero especial anti desgaste y reciben tratamientos térmicos adecuados para durar en el tiempo.

Grupo de bombas:

La manipulación de los distintos servicios se produce mediante actuadores oleodinámicos por las notables fuerzas de juegos, mandados por electroválvulas y correspondiente central oleodinámica.

Los equipos eléctricos de mando y de gestión están ensamblados con componentes seleccionados entre los productos de las mejores empresas fabricantes de los mercados internacionales, para garantizar mayor confiabilidad del producto.

Figura 35. Atadora de rollos





#### 1.4 Definición del mantenimiento predictivo:

Este tipo de mantenimiento se define como un sistema permanente de diagnóstico que permite detectar con anticipación la posible pérdida de calidad de servicio que este entregando un equipo. Esto nos da la oportunidad de hacer con el tiempo cualquier clase de mantenimiento preventivo y, si lo atendemos adecuadamente, nunca se pierde la calidad del servicio esperado.

En este tipo de mantenimiento, los trabajos por efectuar proceden de un diagnóstico permanente derivado de inspecciones continuas utilizando transductores (captadores y sensores), que tiene la propiedad de cambiar cualquier tipo de energía (lumínica, sonora, ultrasónica, radiante, vibratoria o calorífica), en señales de energía eléctrica, las cuales son enviadas a una unidad electrónica procesadora que analiza e informa del buen o el mal estado de funcionamiento de la máquina en cuestión.

Este tipo de mantenimiento requiere, para su aplicación, de un estudio profundo del recurso que se va a mantener para conocer sus partes vitales, su tiempo de vida útil y la calidad de servicio que se espera de cada una de ellas, así como de su conjunto, con objeto de colocar los transductores en los lugares idóneos y ajustarlos a la norma y la tolerancia para que todas las variaciones que éstos registren sean enviadas a la unidad electrónica procesadora, en donde se puede obtener en tiempo real lo siguiente:

- ✓ Información sobre el proceso de la planta.
- ✓ Estadística
- ✓ Diagnóstico predictivo de funcionamiento
- ✓ Cambio automático de elementos redundantes para salvaguardar la calidad de servicio

La implantación de este tipo de mantenimiento en la fábrica es costosa pero su operación es económica y se obtiene el más alto grado de fiabilidad; por lo que su uso es ideal para partes, máquinas y sistemas vitales.

## 1.5 Técnicas aplicadas al mantenimiento predictivo

### 1.5.1 Análisis de vibraciones:

Los sistemas de ingeniería que poseen masa y elasticidad están capacitados para tener movimiento relativo. Si el movimiento de estos sistemas se repite después de un determinado intervalo de tiempo, el movimiento se le conoce como vibración. La vibración es, en general, una forma de energía disipada y en muchos casos inconveniente. Esto es particularmente cierto en maquinarias; debido a las vibraciones, se producen ruidos, se arruinan las diferentes partes y se transmiten las fuerzas y movimientos indeseables a los objetos muy cercanos.

#### 1.5.1.1 Parámetro de las vibraciones:

Los parámetros que influyen en las vibraciones son los siguientes:

- 1) Frecuencia
- 2) Desplazamiento
- 3) Velocidad y aceleración
- 4) Dirección

Frecuencia:

Es el tiempo necesario para completar un ciclo vibratorio. En los estudios de vibración se usa los CPM (ciclos por segundo) o Hz (hercios).

Desplazamiento:

Es la distancia total que describe el elemento vibrante desde un extremo al otro de su movimiento.

Velocidad y aceleración:

Es la velocidad con que el punto de medida se mueve respecto de su posición de reposo. Por consiguiente la aceleración es con la que el punto de medida se mueve respecto de su posición de reposo.

Dirección:

Las vibraciones pueden producirse en 3 direcciones lineales y 3 rotacionales.

#### 1.5.1.2 Tipos de vibraciones:

Dentro de los tipos de vibraciones tenemos:

Vibración libre:

Es causada por un sistema que vibra debido a una excitación instantánea.

Vibración forzada:

Es causada por un sistema que vibra debido a una excitación constante.

#### 1.5.1.3 Sensores para tomar medidas de vibraciones

Para poder medir el nivel de vibración absoluto en un cojinete, es necesario un elemento convertidor, por así decirlo, que convierta la onda de vibración que se está generando en la máquina, a otro tipo o forma de señal, por ejemplo mecánica, eléctrica, etc. Estos elementos convertidores son los sensores de vibración. La vibración será transmitida al sensor al estar éste montado en la máquina para luego convertir este movimiento en una señal eléctrica y enviarla al equipo analizador. Dicha señal eléctrica será proporcional al nivel de vibración.

#### 1.5.1.4 Tipos de sensores y sus aplicaciones

Usualmente encontramos tres tipos de sensores para medir vibración: sensor de aceleración, sensor de velocidad y sensor de desplazamiento. Cada uno de estos tipos de sensores tiene sus propias aplicaciones las cuales justifican su uso para el monitoreo de vibraciones en máquinas.

##### 1.5.1.4.1 Sensor de aceleración

El sensor de aceleración o acelerómetro, como su nombre lo indica es un sensor que proporciona directamente la medida de la aceleración de la vibración.

La operación de un acelerómetro se basa en el principio masa resorte, en el cual para la conversión del movimiento mecánico de la vibración a una señal eléctrica se emplea el efecto piezoeléctrico del cuarzo. Ese efecto es la existencia de una carga eléctrica en una de las caras del cristal que está sometido a una tensión o compresión.

Normalmente los acelerómetros para aplicaciones industriales tienen como límite superior de frecuencias 20 kHz y el inferior puede ser 1Hz.

Típicamente, los acelerómetros son usados para medir vibraciones en maquinas cuyos ejes son soportados por rodamientos. La causa de esto es que los rodamientos transfieren de buena manera la vibración del eje a la carcasa.

Los acelerómetros son los sensores de mayor uso común en los programas de monitoreo de vibración, debido a las ventajas que se listan a continuación:

- ✓ Construcción robusta
- ✓ Insensible a los campos magnéticos
- ✓ No son unidireccionales
- ✓ Reducidas dimensiones
- ✓ Carcasa de material inoxidable sellada herméticamente
- ✓ Costo menor en comparación con sensores de velocidad o desplazamiento
- ✓ Amplio rango de frecuencia

Sin embargo, los acelerómetros tienen también ciertas desventajas en relación con los sensores de velocidad:

- ✓ Sensor pasivo, requiere potencia externa para operar
- ✓ Baja sensibilidad a bajas frecuencias

#### 1.5.1.4.2 Sensor de velocidad:

Los sensores de velocidad o velocímetros, día a día están siendo reemplazados por los acelerómetros debido a su amplia gama de aplicaciones que tienen, sin embargo

una de las ventajas que los velocímetros tienen es que no necesitan una fuente de alimentación. Además de proporcionar directamente la velocidad de la vibración, en tanto que la señal proveniente de un acelerómetro necesita ser integrada para dar una lectura de velocidad de vibración.

Los sensores de velocidad operan de acuerdo al principio electrodinámico. Se suspende una bobina, libre de fricciones, mediante dos resortes o muelles de membrana que forman, junto a la bobina, un sistema masa resorte. Al estar suspendida en un campo magnético permanente, la tensión que se genere será proporcional a la velocidad de la vibración.

La aplicación principal de los sensores de velocidad se da cuando existe la necesidad de medir la vibración en máquinas de baja velocidad rotacional, debido a su capacidad de elevada sensibilidad a bajas frecuencias, donde además los sensores de aceleración no son recomendados.

Las características que se constituyen como ventajas para los sensores de velocidad son:

- ✓ Construcción robusta
- ✓ Elevada sensibilidad aún a bajas frecuencias
- ✓ Fuerte señal de salida con baja resistencia interna
- ✓ Sensor activo, no requiere fuente de alimentación
- ✓ Impermeable, estanco al aceite y al vacío
- ✓ Resistencia a los productos químicos

Estos sensores, encuentran también ciertas desventajas en el campo de aplicación

- ✓ Frecuencia superior limitada (aproximadamente 2kHz)
- ✓ Sensible a campos magnéticos

#### 1.5.1.4.3 sensor de desplazamiento de proximidad sin contacto

El sensor de desplazamiento sin contacto, llamado también, sensor de proximidad sin contacto, normalmente es empleado para medir la vibración relativa de los ejes de las máquinas con respecto a su carcaza.

Los sensores de desplazamiento sin contacto para medir las vibraciones relativas de ejes en una máquina en operación, deben llenar algunos requerimientos especiales tales como:

- ✓ Medir el valor de vibración sin contacto
- ✓ No ser influidos por aceites u otro medio entre el sensor y la superficie medida
- ✓ Rango de medida lineal amplio, con elevada resolución
- ✓ Instalación, ajuste y calibres simples

En el campo de las vibraciones, su principal aplicación es la medida de las vibraciones relativas de ejes, ya que también son empleados para medir la posición axial y radial del eje y medir el diferencial de expansión entre la carcasa y el rotor.

#### 1.5.1.5 Montaje del sensor

Típicamente, hay cuatro formas de realizar el montaje de los sensores, tal como se puede observar en la figura y que se listan en la tabla

Tipos de montaje para sensores de vibración

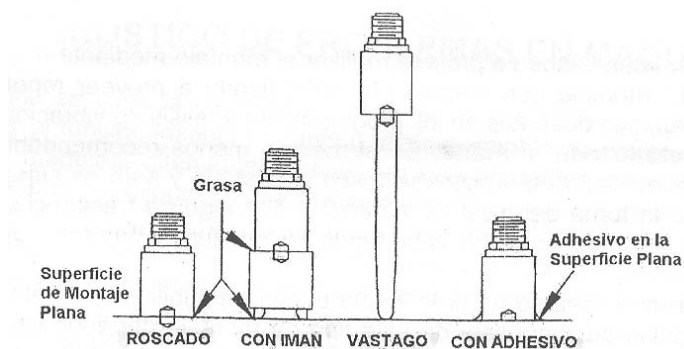


Figura 36 tipos de sensores para vibración

## Relación del tipo de montaje y frecuencia aceptables y naturales

TIPO DE MONTAJE	FRECUENCIA MÁXIMA ACEPTABLE	FRECUENCIA NATURAL DEL MONTAJE
Roscado	975,000 cpm	1,900,000 cpm
Con adhesivo	540,000 cpm	No observado
Roscado en un magneto o imán	450,000 cpm	724,500 cpm
Vástago sujetado con la mano	48,000 cpm	88,500 cpm

Los sensores roscados son catalogados como el mejor tipo de montaje de sensores, consiste éste en roscar el sensor a un esparrago que también se encuentra roscado a la máquina. El roscado es usado en aplicaciones donde los sensores se montan permanentemente.

Los sensores de montaje con adhesivo tienen también una respuesta a la frecuencia muy buena pero inferior al roscado, y su rango depende de usar el tipo adecuado de adhesivo, sin embargo, este montaje puede ir perdiendo su respuesta a la transmisión de la vibración con el paso del tiempo.

Los sensores de montaje con magneto o imán es la manera más común de montaje de los sensores. Básicamente el sensor se rosca a un imán por su fuerza magnética que posee se fija a la superficie de la máquina.

La respuesta que ofrece este montaje es generalmente adecuado para las necesidades de los programas de análisis de vibraciones. Sin embargo, es importante hacer notar que algunas máquinas pueden generar vibraciones de alta frecuencia, en tales casos se prefiere realizar el montaje mediante roscado o con adhesivo.

El sensor de vástago sujetado con la mano es el método menos recomendable de los cuatro mencionados, en donde el sensor se rosca al vástago y este es sujetado con la mano durante la toma de nivel de vibración. El rango de frecuencia es apenas superior a los 50000 cpm, no importando el diámetro, longitud o material del vástago.

### 1.5.2 Análisis por lubricantes:

El trabajo de monitoreo de aceite lubricante en uso es un proceso científico de ensayos de laboratorio con el fin de determinar la presencia y origen de contaminantes en el aceite, así como de verificar eventuales cambios en las características del fluido. Por las múltiples funciones que ejerce (lubricación, refrigeración, limpieza, protección contra agentes corrosivos) y por el acceso a los puntos más íntimos de una máquina, el aceite constituye un trazador de extrema confianza: un análisis de las innumerables impresiones recogidas elementos de contaminación, desgaste y oxidación, transformaciones fisicoquímicas traducen, en manos experimentadas, las verdaderas condiciones de los componentes de los sistemas lubricados.

Así, con rapidez y precisión, se logra un valioso apoyo en el mantenimiento de conjuntos mecánicos: equipamientos automotrices e industriales (tractores, camiones, elevadores, reductores, guinches, compresores, sistemas hidráulicos, perforadoras, etc.)

Monitorear regularmente lubricantes y fluidos hidráulicos o refrigerantes es garantía para un trabajo en niveles de contaminación no perniciosos: los resultados van desde la economía en el consumo del fluido (mayor tiempo de utilización en servicio) hasta la toma de decisión de la oportunidad de una intervención correctiva evitando grandes perjuicios económicos debido a fallas severas.

Como ya dijimos, el trabajo de analizar una muestra de aceite (u otro fluido) en uso, consiste en realizar un conjunto de ensayos de laboratorio con el fin de determinar la presencia de contaminantes en el aceite, su origen, así como de verificar eventuales cambios en las características del fluido. Estas informaciones son obtenidas y procesadas por personal especializado, utilizándose técnicas y equipamientos modernos. Es de destacar que para que el trabajo sea redituable el muestreo debe realizarse en forma adecuada: equipo en funcionamiento y a la temperatura de operación, envases nuevos



para muestras, cantidad suficiente de muestra, datos del equipo (producto, horas, kilómetros), etc.

Los ensayos más utilizados y su significación son:

**Viscosidad cinemática (ASTM D-445):** una medida de la resistencia del aceite a fluir. El cambio de la misma en los aceites usados pone de manifiesto problemas de oxidación, presencia de agua, dilución por combustible, etc.

**Determinación de contenido de agua (ASTM D-95):** La presencia de agua puede indicar problemas vinculados al agua de refrigeración, condensación, etc.

**Determinación del TBN (ASTM D-2896):** Mide la capacidad residual de aditivos básicos del lubricante que protegen al equipo de la corrosión.

**Análisis de metales** por Espectroscopia de Absorción Atómica (AAS). Existen tres fuentes que originan metales: metales de desgaste, aditivos y contaminantes.

**Metales de desgaste:** Estos metales indican desgastes en componentes particulares de una unidad estudiada permitiendo evaluar el estado de los mismos (hierro, cromo, plomo, cobre, etc.)

**Aditivos:** Existen metales en numerosos paquetes de aditivos de lubricantes; la caída de concentración de los mismos dan una idea del deterioro de las propiedades del lubricante (Magnesio, Zinc, Calcio, etc.).

**Contaminantes:** Contaminantes externos (polvo, tierra, refrigerante) pueden ser detectados de acuerdo a componentes metálicos presentes en los mismos, indicando una falla en la estanqueidad del sistema lubricante (Silicio, Sodio, Aluminio, etc.).

**Dilución por combustible** por Cromatografía de gases (**ASTM D-3524**) El pasaje de combustible al aceite es frecuente en motores con problemas de mala relación aire/combustible por problemas de inyección, compresión, etc.

**Determinación de contenido de insolubles** (insolubles en pentano y tolueno; **ASTM D-893**): Indica la presencia de contaminantes sólidos (productos de oxidación, hollín, contaminantes externos) e identificación de la naturaleza de los mismos.

**Blotter test** (Cromatografía de gota) Mediante una gota de aceite en un papel adecuado se obtiene una primera información cualitativa valiosa sobre el estado del mismo.

**Examen microscópico** de cualquier partícula visible en la muestra o eventualmente en el filtro. La identificación cualitativa de la composición del metal revela componentes que están sufriendo el desgaste y el análisis morfológico sugiere modo y causa del mismo.

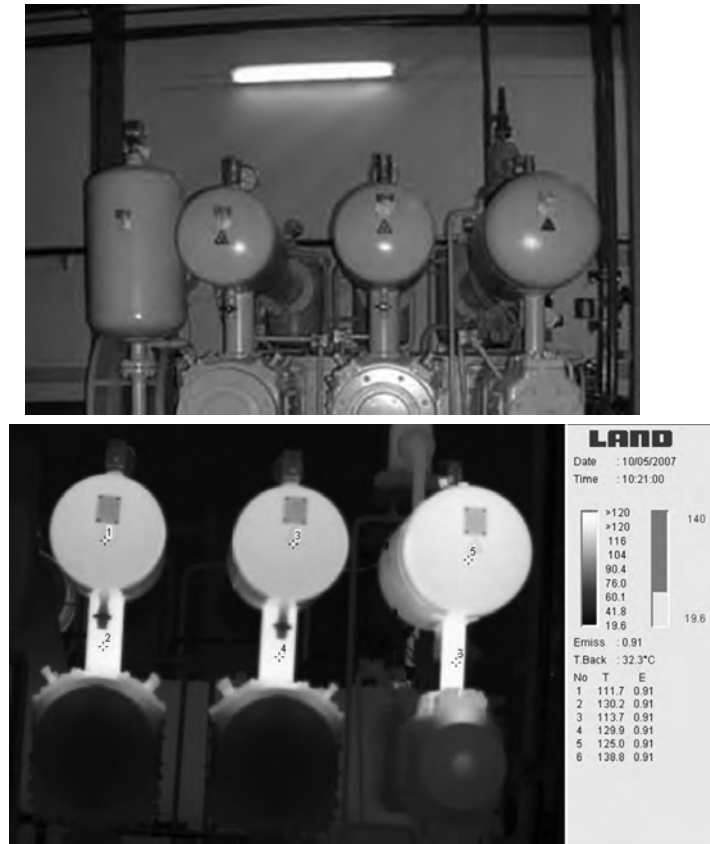
### 1.5.3 Análisis por termografía

La Termografía es la rama de la Teledetección que se ocupa de la medición de la temperatura radiada por los fenómenos de la superficie de la Tierra desde una cierta distancia. Una Termografía Infrarroja es la técnica de producir una imagen visible de luz infrarroja invisible (para nuestros ojos) emitida por objetos de acuerdo a su condición térmica. Una cámara Termográfica produce una imagen en vivo (Visualizada como fotografía de la temperatura de la radiación).

Las cámaras miden la temperatura de cualquier objeto o superficie de la imagen y producen una imagen con colores que interpretan el diseño térmico con facilidad. Una imagen producida por una cámara infrarroja es llamada: Termografía o Termograma.

Ejemplo:

Figura 37. Ejemplo de termografía



**Observaciones:**

Todos los elementos termografiados están en condiciones. El grupo alcanza una temperatura dentro de la normalidad, ya que la máxima registrada en la termografía es de unos 140°C y la temperatura máxima de servicio que indica la placa de características es de 180°C. Temperatura general correcta.

**Conclusiones:**

Relevancia **NORMAL** y urgencia de actuación **PRÓXIMO PREDICTIVO**

**Actuaciones:**

Hacer un nuevo mantenimiento predictivo dentro de un año.

La Termografía Infrarroja es una técnica que permite, a distancia y sin ningún contacto, medir y visualizar temperaturas de superficie con precisión. La Física permite convertir las mediciones de la radiación infrarroja en medición de temperatura, esto se logra midiendo la radiación emitida en la porción infrarroja del espectro electromagnético desde la superficie del objeto, convirtiendo estas mediciones en señales eléctricas.

Los ojos humanos no son sensibles a la radiación infrarroja emitida por un objeto, pero las cámaras termográficas, o de termovisión, son capaces de medir la energía con sensores infrarrojos, capacitados para ver en estas longitudes de onda. Esto nos permite medir la energía radiante emitida por objetos y, por consiguiente, determinar la temperatura de la superficie a distancia, en tiempo real y sin contacto.

La radiación infrarroja es la señal de entrada que la cámara termográfica necesita para generar una imagen de un espectro de colores, en el que cada uno de los colores, según una escala determinada, significa una temperatura distinta, de manera que la temperatura medida más elevada aparece en color blanco.

La Física permite convertir las mediciones de la radiación infrarroja en medición de temperatura, esto se logra midiendo la radiación emitida en la porción infrarroja del espectro electromagnético desde la superficie del objeto, convirtiendo estas mediciones en señales eléctricas.

La gran mayoría de los problemas y averías en el entorno industrial ya sea de tipo mecánico, eléctrico y de fabricación están precedidos por cambios de temperatura que pueden ser detectados mediante la monitorización de temperatura con sistema de Termovisión por Infrarrojos. La implementación de programas de inspecciones termograficas en instalaciones, maquinaria, cuadros eléctricos, etc. Es posible minimizar el riesgo de una falla de equipos y sus consecuencias, a la vez que también ofrece una herramienta para el control de calidad de las reparaciones efectuadas.

El análisis mediante Termografía infrarroja debe complementarse con otras técnicas y sistemas de ensayo conocidos, como pueden ser el análisis de aceites lubricantes, el análisis de vibraciones, los ultrasonidos pasivos y el análisis predictivo en motores eléctricos. Pueden añadirse los ensayos no destructivos clásicos: ensayos radiográficos, el ultrasonido activo, partículas magnéticas, etc.

#### 1.5.3.1 Aplicaciones del análisis por termografía

El análisis mediante Cámaras Termográficas Infrarrojas, está recomendado para:

- Instalaciones y líneas eléctricas de Alta y Baja Tensión.
- Cuadros, conexiones, bornes, transformadores, fusibles y empalmes eléctricos.
- Motores eléctricos, generadores, bobinados, etc.
- Reductores, frenos, rodamientos, acoplamientos y embragues mecánicos.
- Hornos, calderas e intercambiadores de calor.
- Instalaciones de Frío industrial y climatización.
- Líneas de producción, corte, prensado, forja, tratamientos térmicos.

#### 1.5.3.2 Ventajas de los análisis por termografía

Ventajas del Mantenimiento Preventivo por Termovisión

- Método de análisis sin detención de procesos productivos, ahorra gastos.
- Baja peligrosidad para el operario por evitar la necesidad de contacto con el equipo.
- Determinación exacta de puntos deficientes en una línea de proceso.
- Reduce el tiempo de reparación por la localización precisa de la Falla.
- Facilita informes muy precisos al personal de mantenimiento.
- Ayuda al seguimiento de las reparaciones previas.



## **2. FASE DE INVESTIGACIÓN**

En esta fase se indican los tipos de riesgos a los cuales están expuestos los trabajadores en la planta de laminación así también se realizará un análisis de riesgo.

### **2.1 Análisis de riesgo**

Es un proceso dirigido a estimar las consecuencias de un peligro, para que la organización esté en condiciones de tomar una decisión sobre la necesidad de adoptar medidas de mitigación para ese riesgo.

El primer requisito para una evaluación y una gestión correcta del riesgo industrial es la identificación de los distintos accidentes que razonablemente pueden producirse en una determinada instalación.

### **IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS**

Las técnicas de identificación de peligros no se limitan sólo a la individualización de los accidentes mayores, sino también a la posibilidad de que se produzcan otros incidentes relacionados con el funcionamiento del proceso como lo son:

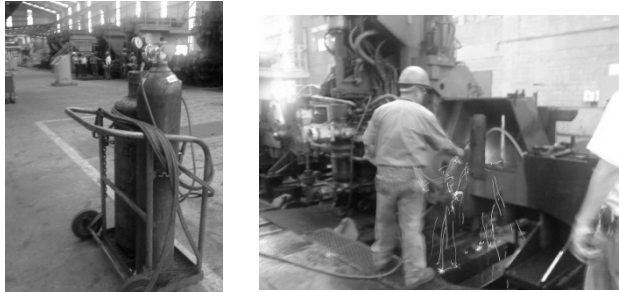
1. Riesgos inflamables.
2. Riesgos eléctricos.
3. Riesgos mecánicos.
4. Riesgos físicos
5. Riesgos ergonómicos

#### **Riesgos inflamables:**

Son las sustancias que se encienden con facilidad y que, por lo tanto, representan un peligro de incendio bajo las condiciones industriales normales (por ejemplo, los metales triturados, los líquidos cuyo punto de lineación sea de 100 °F o menos).

Este tipo de incidentes se puede dar en toda el área del tren de laminación porque en esta área se manipula material caliente y también la soldadura oxiacetilénica.

Figura 38 Identificación de peligro (fuego)



#### Riesgos eléctricos:

Electrocución por los conductores cargados y el mal uso de las herramientas eléctricas, cables de transmisión elevados, alambres eléctricos caídos, cables subterráneos y el trabajo realizado durante las tempestades eléctricas.

Se podría dar en el área de laminación ya que en esta área se trabaja con soldadura eléctrica, amoladora y otras herramientas eléctricas.

Figura 39. Identificación de peligro (eléctricos)



#### Riesgos mecánicos:

Choques con los equipos en movimiento, especialmente, en marcha atrás, rotura de poleas o cables, y el enredamiento de la ropa en los engranajes o taladros. Esto puede suceder en el tren de laminación en el área de las cajas de laminación cuando están en marcha.



Figura 40. Identificación de peligro (mecánico)



Riesgos físicos:

Fatiga y daños físicos en el oído, al estar sujeto a niveles de ruido que excedan las normas recomendadas (por ejemplo, un nivel de ruido ponderado por el tiempo durante un período de 8 horas que sea mayor de 90 dB).

Figura 41. Identificación de peligro (auditivo)



Riesgos ergonómicos:

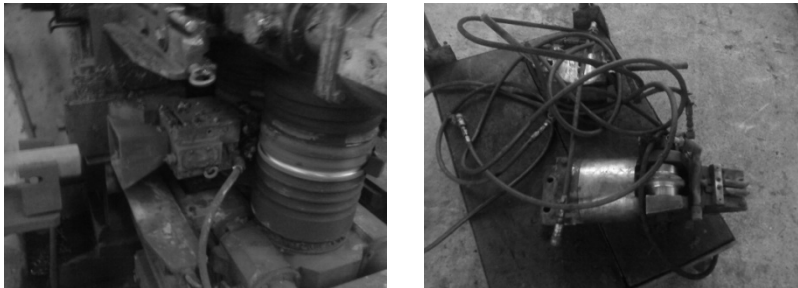
La ergonomía se define como un cuerpo de conocimientos acerca de las habilidades humanas, sus limitaciones y características.

Ciertas características del ambiente de trabajo se han asociado con lesiones, estas características se le llaman factores de riesgo de trabajo e incluyen:

Posturas inadecuadas, espacios de trabajo reducidos, exceso de carga.

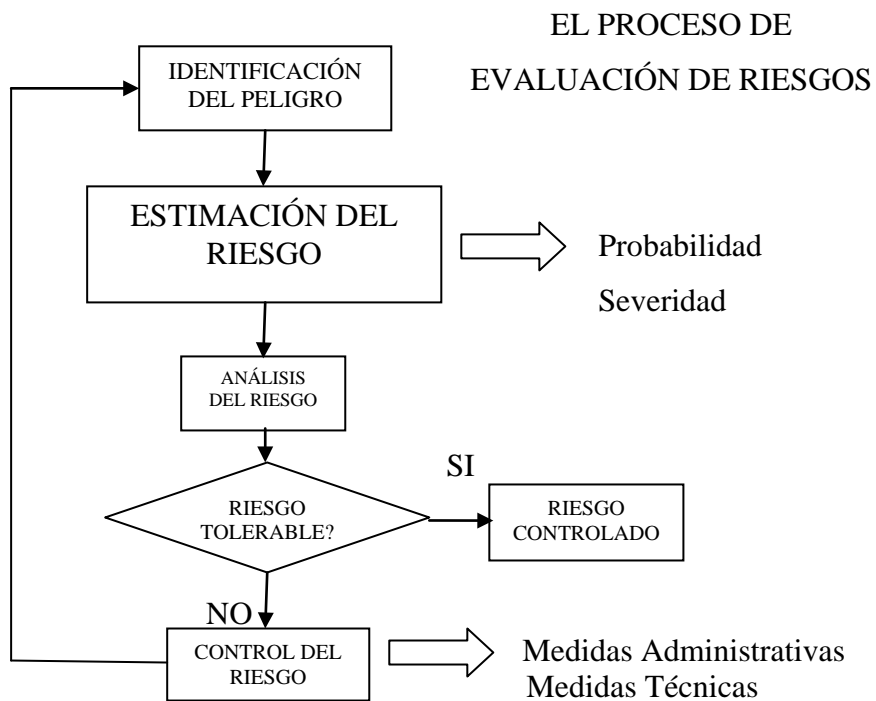
Esto sucede en el área del tren de laminación cuando se cargan cosas pesadas como lo son guías de cajas de laminación.

Figura 42. Identificación de peligro (ergonómicos)



### Esquema para determinar los riesgos posibles

Figura 43. Proceso de evaluación de riesgo



FICHA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS			
ACTOS INSEGUROS			
EMPRESA	SIDEGUA		
DEPARTAMENTO	ÁREA DE LAMINACIÓN		
EQUIPO Y PROTECCION PERSONAL	CASCO, LENTES, GUANTES Y TAPONES PARA LOS OIDOS.		
ACTIVIDAD	RIESGO	VALORACIÓN DEL RIESGO	RECOMENDACIONES
Utilización de soldadura autógena	quemaduras	Importante	Asegurar el área de trabajo, verificar que los accesorios sean los apropiados y que el personal utilice el equipo de seguridad.
verificación de guías de la laminadora	Lesiones en los pies y manos	Importante	Utilizar las llaves apropiadas para desarmar cada guía en lo posible utilizar la grúa para poder quitarla
Manejo de la grúa	Golpes y lesiones	moderado	Verificar el posicionamiento de los trabajadores para poder manejar la grúa y verificar los soportes por los cuales se levantará la pieza a mover

ACTIVIDAD	RIESGO	VALORACIÓN DEL RIESGO	RECOMENDACIONES
Cortar cola del alambrón en los rodillos	quemaduras	Importante	Tener cuidado a la hora de cortarla, porque puede chicotear la punta y quemar al trabajador, poner atención a lo que se está haciendo.
Manejo de los tornos	Cortaduras y quemaduras	Importante	Utilizar la protección adecuada para manejar este tipo de maquinaria y estar atento a cualquier falla.
Casco de protección	Golpes	Importante	Utilización del cincho de seguridad para evitar la caída del casco.
Soldadura oxiacetilénica	Quemaduras	Importante	Utilizar los lentes adecuados para evitar problemas de la vista más adelante juntamente con guantes y gabacha para poder llevar a cabo la actividad.

ACTIVIDAD	RIESGO	VALORACIÓN DEL RIESGO	RECOMENDACIONES
Manejo de la maquinaria	Golpes	Importante	Que el personal que opere la maquinaria este capacitado para realizar dicha actividad para evitar que ocurra un accidente
Tren de laminación	Golpes y quemaduras	Importante	Utilizar las gradas que hay para pasar de un lado al otro, no pasar encima de las máquinas o guías cuando el tren este en funcionamiento
Personal	Lesiones	Importante	Que el personal use las grúas para levantar cualquier pieza que sea demasiado pesada así se evitara grandes lesiones en la columna.
Encendido de la soldadura oxiacetilénica	Quemaduras	Importante	Verificar que los operadores de la soldadura enciendan correctamente la misma ya que la han esta encendiendo con el chispero en la cintura y esto puede provocar quemaduras.

ACTIVIDAD	RIESGO	VALORACIÓN DEL RIESGO	RECOMENDACIONES
Utilización de lentes para cortar con soldadura oxiacetilénica	Lesiones	Importante	Utilizar los lentes adecuados para cortar con este tipo de soldadura, ya que es perjudicial para la vista el no hacerlo.
Médico ( a la hora de que ocurre un accidente)	Fracturas y lesiones	Importante	Que el médico tenga listo lo necesario para que este no tenga que regresar a su consultorio a la hora de un accidente (botiquín).
Grúas para levantamiento de atados de varilla de construcción	Lesiones y fracturas	Importante	Verificar que el personal aplique las reglas impuestas para levantar determinado número de atados para que no ocurran accidentes

FICHA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS			
CONDICIONES INSEGURAS			
EMPRESA	SIDEGUA		
DEPARTAMENTO	ÁREA DE LAMINACIÓN		
EQUIPO Y PROTECCIÓN PERSONAL	CASCO, LENTES, GUANTES Y TAPONES PARA LOS OIDOS.		
ACTIVIDAD	RIESGO	VALORACIÓN DEL RIESGO	RECOMENDACIONES
Equipo oxiacetilénico	Quemaduras	Importante	Cambio de las mangueras en mal estado
Gradas del área de laminación	Golpes y caídas	Moderado	Verificar el buen estado de las gradas y ver que no estén obstaculizadas para poder utilizarlas adecuadamente.
Equipo de trabajo (martillos)	Lesiones	Importante	Proporcionar martillos adecuado para los trabajos que se realizan

ACTIVIDAD	RIESGO	VALORACIÓN DEL RIESGO	RECOMENDACIONES
Manchas de aceite	Lesiones	Importante	Verificar que las manchas de aceite sean limpiadas inmediatamente después de arreglar el problema
Aire acondicionado de la OPO	Caídas y lesiones	Moderado	Verificar que el condensado de el aire acondicionado no caiga en las escaleras para prevenir accidentes
Limpieza del bunker	Caídas	Importante	Limpiar el área de carga del bunker para prevenir accidentes
Extinguidores	Quemaduras	Importante	Colocar extinguidores en el área que corresponde para sofocar incendios ocurridos por cualquier índole.



ACTIVIDAD	RIESGO	VALORACIÓN DEL RIESGO	RECOMENDACIONES
Señalización de salidas de emergencia	Emergencias	Importante	Señalizar las salidas de emergencia de la planta así como los lugares donde existan gradas



### **3. FASE TÉCNICO PROFESIONAL**

Esta fase consiste en la realización de un manual de mantenimiento el cual está enfocado al equipo utilizado en la planta de laminación de la empresa Sidegua. Dicho manual de mantenimiento está conformado por tres tipos de análisis, los cuales son:

- 1) Análisis por termografía
- 2) Análisis por vibraciones
- 3) Análisis por lubricación

#### 3.1 Análisis por termografía

Este análisis consiste en la toma de fotografías por medio de una cámara termográfica que capta imágenes infrarrojas de la temperatura del equipo que se está analizando, en este apartado se encontrarán los puntos idóneos para la realización del análisis. El equipo que será analizado por este tipo de técnica serán:

- 1) Horno de calentamiento
- 2) Formador de espiras
- 3) Transportadora de rodillos

##### 3.1.1 horno

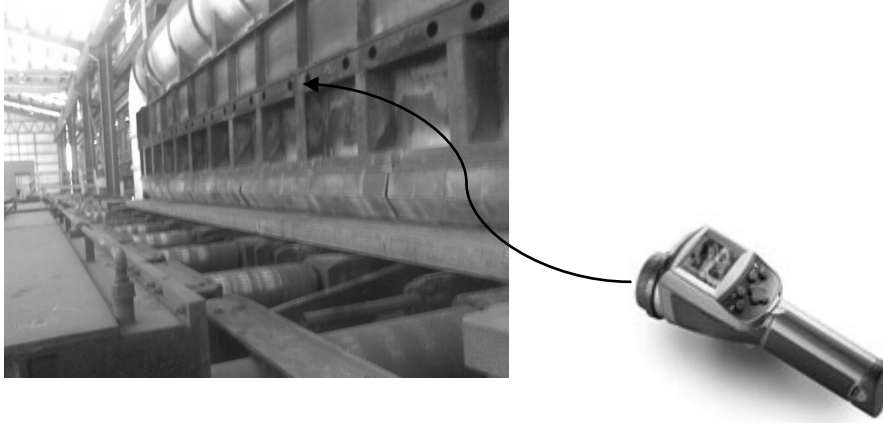
El análisis por termografía va a ser aplicado al horno de calentamiento de palanquillas porque este trabaja a altas temperaturas y está cubierto de ladrillo refractario, con este análisis podremos observar en qué estado encontraremos el ladrillo refractario, los puntos donde se aplicará el análisis serán los siguientes:

La parte frontal, trasera y lateral ya que estos puntos se encuentran cubiertos por ladrillo refractario el cual es necesario verificar para prevenir fugas de calor.

Los puntos donde se recomienda hacer el análisis son los siguientes:

Parte frontal del horno:

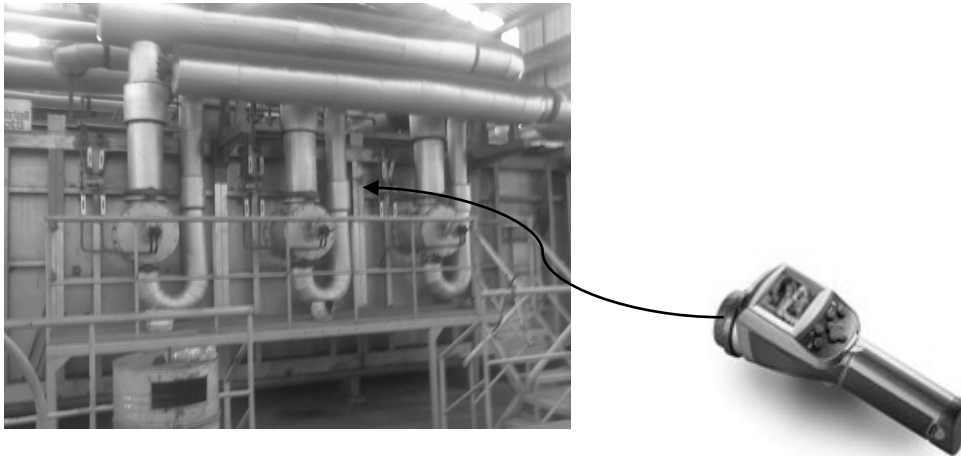
Figura 44. Parte frontal del horno



Esta es la parte de carga de palanquillas del horno en donde se realizará el análisis, ya que en esta parte se encuentra ladrillo refractario

Parte lateral del horno:

Figura 45. Parte lateral del horno



Esta es el área de descarga de palanquilla esta área cuenta con tres quemadores los cuales calientan el horno para que esté caliente las palanquillas, aplicaremos el análisis aquí porque esta parte está cubierta de ladrillo refractario y es necesario ver el estado del mismo.

### Parte trasera del horno:

Figura 46. Parte trasera del horno



Aquí se observa la parte trasera del horno donde van posicionados la mayoría de los quemadores, se analizara esta parte porque toda esta área en su interior esta constituida por ladrillo refractario.

### Parte lateral del horno:

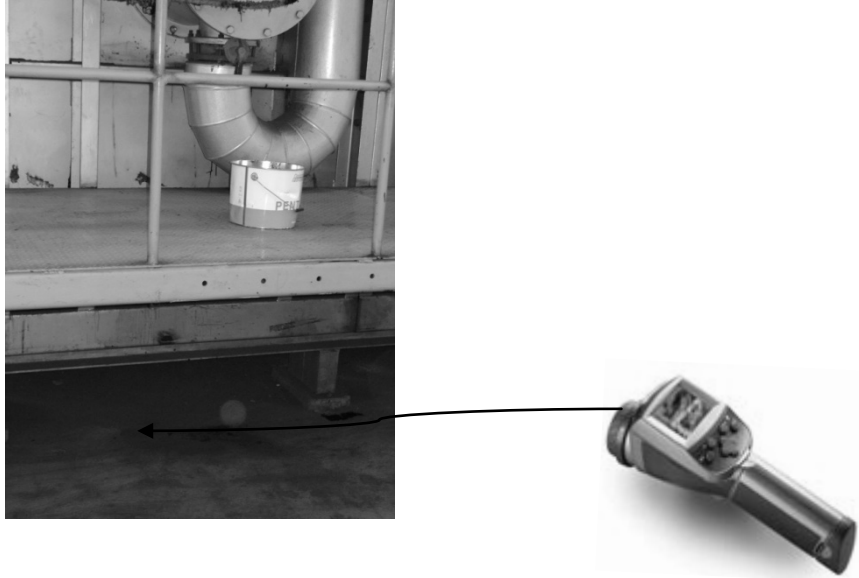
Figura 47. Parte lateral del horno



Esta es la parte lateral del horno en la cual está el brazo que empuja la palanquilla para que la misma entre al tren de laminación, esta área esta compuesta por ladrillo refractario al igual que las demás.

Parte de abajo del horno:

Figura 48. Parte de abajo del horno



Esta área es la parte de abajo del horno de calentamiento, el área a analizar esta constituida por ladrillo refractario y es en esta área donde se llevara a cabo el análisis para verificar que no ocurran fugas de calor.

### 3.1.2 Formador de espiras

El análisis por termografía va a ser aplicado por partes al formador de espiras el cual servirá para controlar que no exista un sobrecalentamiento que perjudique a la maquinaria más adelante.

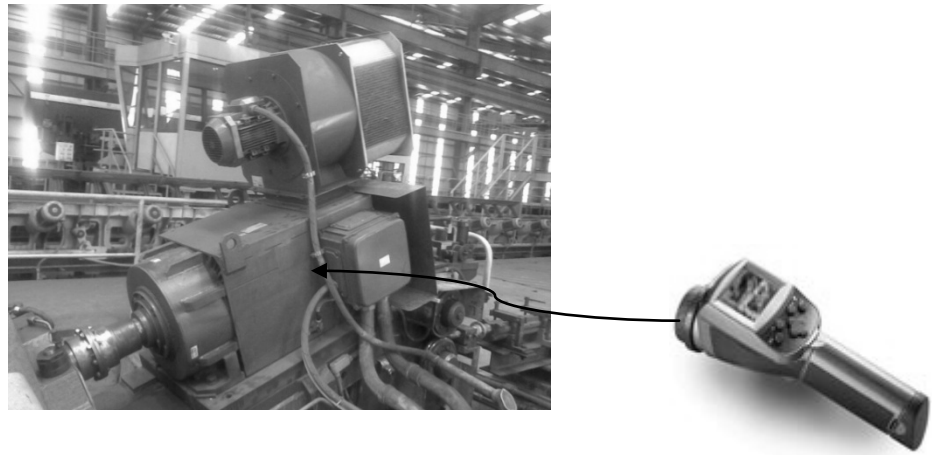
Los puntos donde se aplicara el análisis son:

1. Motor
2. Caja reductora
3. Parte trasera del formador de espiras

Motor:

Está diseñado para trabajar entre 27 y 55°C, se aplicará este análisis al motor para verificar si está en buen estado de funcionamiento o hay que hacer algún paro programado.

Figura 49. Motor del formador de espiras



Caja reductora:

En este caso haremos el análisis sobre los rodamientos de la caja reductora de velocidad ya que estos necesitan estar en buen estado en todo momento, la temperatura de trabajo de los rodamientos es de 70 °C

Figura 50. Caja reductora

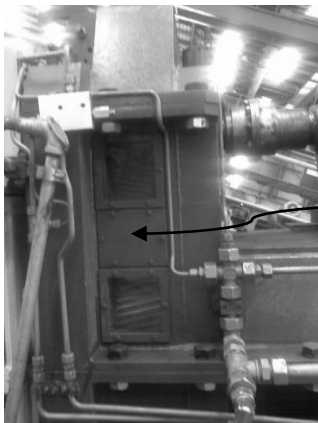
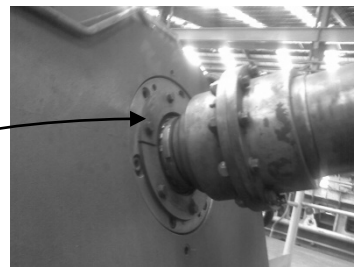


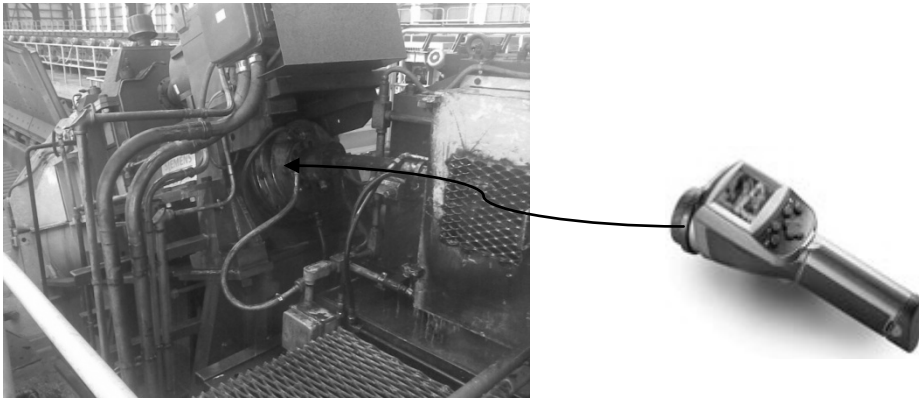
Figura 51. Conector motor caja reductora



Otro punto para monitorear con termografía es la parte trasera de la formadora de espiras, ya que aquí se encuentran rodamientos arriba mencionados por lo tanto vamos a manejar las mismas temperaturas y la misma cámara termográfica.

Los puntos donde se tomará serán:

Figura 52. Parte trasera del formador de espiras



### 3.1.3 Banda transportadora

El análisis por termografía aplicado a la transportadora de rodillo se llevará a cabo por partes ya que esta contiene varios elementos rodantes y sería una manera práctica de hacerlo.

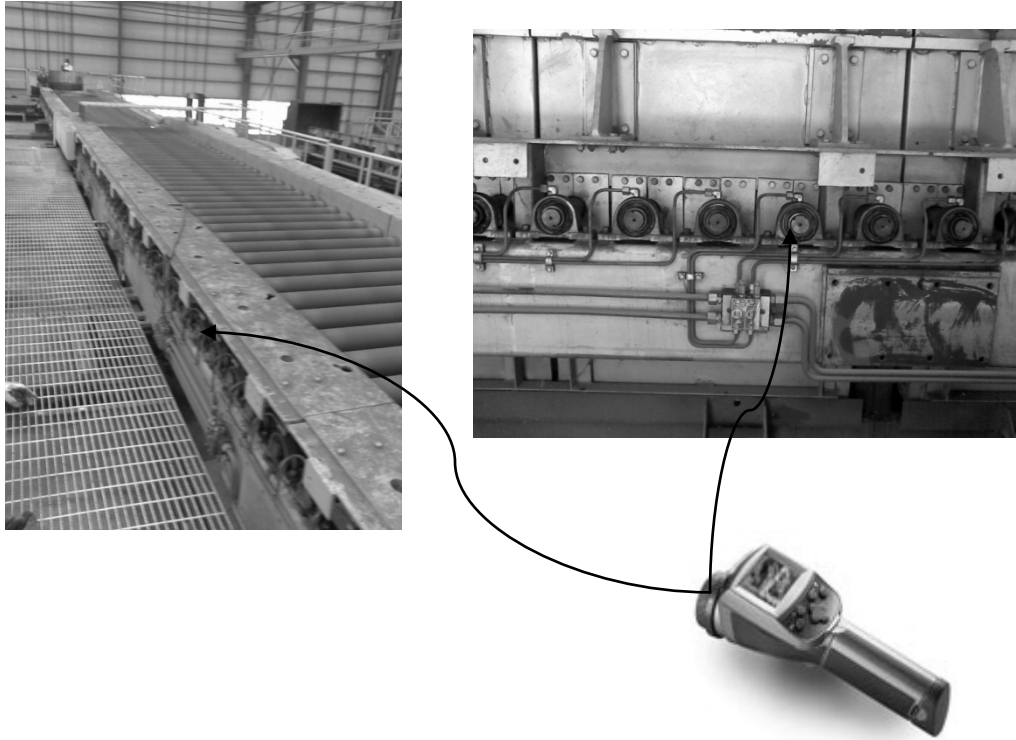
Figura 53. Banda transportadora





Los puntos donde se aplicará la termografía será en los rodamientos porque estos estarán sometidos a trabajo en condiciones elevadas de temperatura y es necesario el análisis para saber el estado de los mismos.

Figura 54. Parte lateral de la banda transportadora



### 3.2 Análisis de vibración

Este tipo de análisis consiste en la toma de vibraciones del equipo utilizado en la planta de laminación. Con el análisis a realizar se puede saber si algún equipo necesita servicio de mantenimiento como por ejemplo cambio de rodamiento, cambio de engranajes, excentricidad de los ejes o soportes, etc.

El tipo de sensor a aplicar es un acelerómetro del tipo piezoeléctrico el cual esta magnetizado para adherirse a la superficie donde se quiere realizar la medición.

Las especificaciones de los sensores con imán fueron dados con anterioridad en el apartado 1.5.1.5

Figura 55. Medidores de vibración y sensores



El equipo al cual se le aplicara el análisis de vibración será:

- 1) Cajas (cajas reductoras y motores)
- 2) Monobloque
- 3) Formador de espiras

### 3.2.1 cajas (molinos)

Los puntos a analizar en las Cajas (molinos) de laminación son:

Los motores que le dan impulso a las cajas (molinos) de laminación ya que hay que verificar que no estén desalineados y revisar los rodamientos de estos para verificar que estén en buen estado:

Las descripciones técnicas de los motores son:

TIPO: <b>M3BP 355 MLB 6 B3</b>						
Placa No. 1:						
	V	Hz	Kw	r/min	A	Cos Φ
	690D	60	360	1194	406	0,77
	RV 22496-1					S1
	Producto código: 3GBP353420-LXGYH-25350					
	Aislamiento especial			Velocidad máxima: 1800 Rpm.		
	Cojinetes: 6322/C3 (adelante)			6316/C3VL0241(atrás)		
	Aislamiento clase F.			Grado de protección: IP55		
	IEC: 60034-1			Peso: 2,180 Kgs.		

TIPO: M3BP 355 SMB 6 B3						
Placa No. 1:						
V	Hz	Kw	r/min	A	Cos $\Phi$	Servicio
690D	60	230	1195	266	0,75	S1
RV 22496-3						
Producto código: 3GBP353220-LXGYH-25350						
Aislamiento especial			Velocidad máxima: 2000 Rpm.			
Cojinetes: 6322/C3 (adelante)			6316/C3VL0241(atrás)			
Aislamiento clase F.			Grado de protección: IP55			
IEC: 60034-1					Peso: 1,680 Kgs.	

TIPO: M3BP 450 LC 6 B3						
Placa 1:Datos del motor						
V	Hz	KW	r/min	A	Cos $\Phi$	Servicio
690D	60	800	1195	843	0,85	S1
RV 22496-4		2007		RV22496-8		
Código de producto: 3GBP 453530-AXGYH-25355						
Aislamiento especial			Velocidad máxima: 1,800 RPM			
Cojinetes: 6326M C3(adelante)			6316/C3VL0241 (atrás)			
Aislamiento clase F.			Grado de protección: IP55			
IEC 60034-1					Peso: 4,800 Kgs.	

TIPO: M3BP 400 LC 6 B3						
Placa 1:Datos del motor						
V	Hz	KW	r/min	A	Cos $\Phi$	Servicio
690D	60	560	1195	645	0,75	S1
RV 22909-1		2007				
Código de producto: 3GBP 403530-LXGYH-26660 y también 25350						
Aislamiento especial			Velocidad máxima: 1,600 RPM			
Cojinetes: 6324 C3(adelante)			6319/C3VL0241 (atrás)			
Aislamiento clase F.			Grado de protección: IP55			
IEC 60034-1					Peso: 3,300 Kgs.	

Los puntos donde se aplicara el análisis de vibraciones son los costados del motor. Se aplicara el análisis de vibración a estas partes de los motores porque existen rodamientos y es necesario hacer el análisis para verificar el estado de los mismos.

Figura 56. Parte trasera del motor

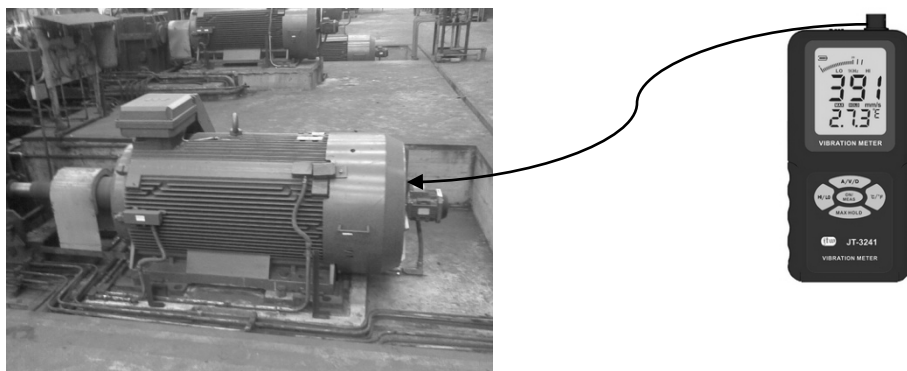
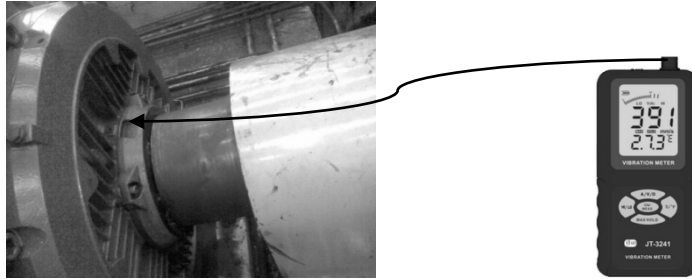


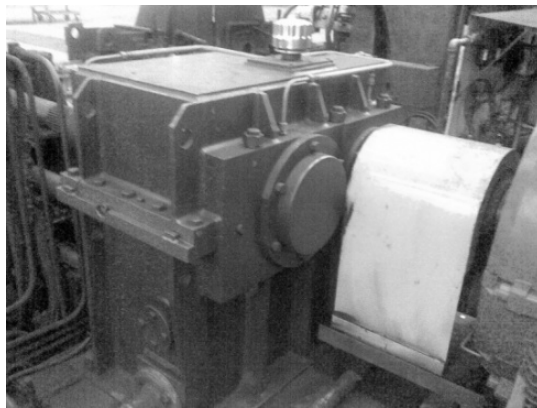
Figura 57. Parte delantera del motor



Otra parte de las cajas de laminación a inspeccionar son los reductores de velocidad ya que estas tienen varios rodamientos y se necesita saber si su estado es bueno o necesitan algún cambio de rodamientos.

Las cajas reductoras también contienen lo que son engranes y por medio de la técnica de análisis de vibración vamos a poder fallas en los mismos como por ejemplo dientes rotos de los engranes.

Figura 58. Caja reductora



Los puntos de análisis de los reductores son:

Figura 59. Cajas reductoras

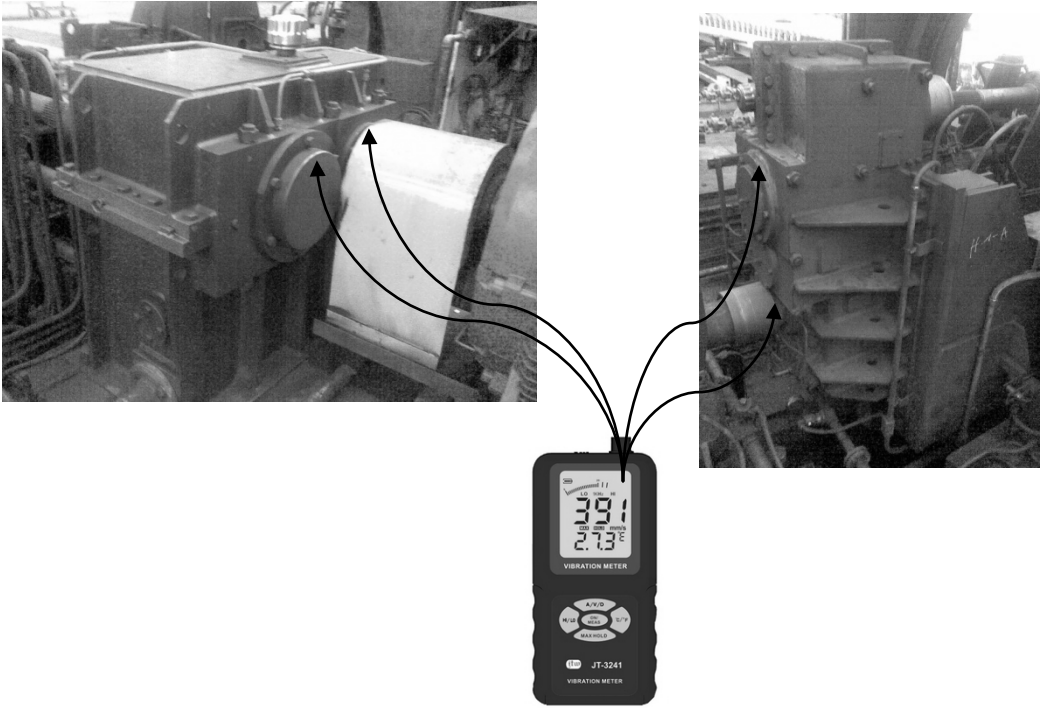
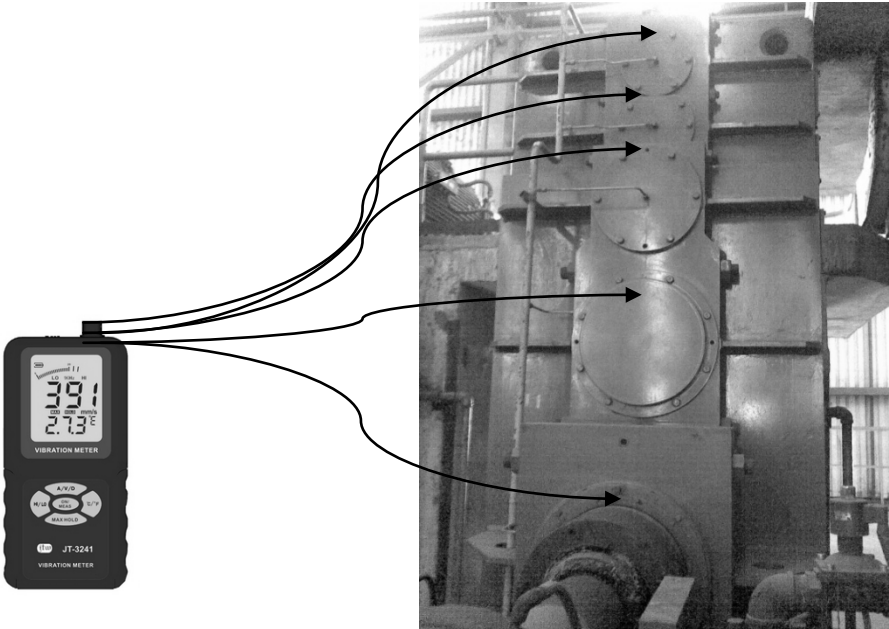


Figura 60. Caja reductora



### 3.2.2 Análisis de vibración en el monoblock

Para llevar a cabo el análisis de vibraciones en el monoblock tenemos que saber los puntos en los cuales se va a aplicar el análisis.

Figura 61. Monobloque acabador



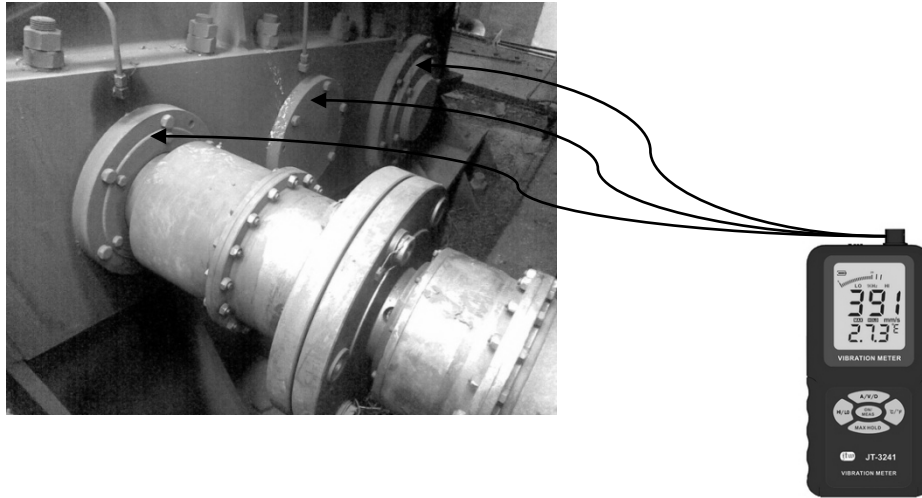
Los puntos de aplicación del análisis de vibración para el monoblock serán:

1. Eje cardan (transmisión)
2. Laterales de las cajas de laminación
3. Costados de las cajas de laminación

Eje cardan:

Uno de los puntos de análisis será el eje cardan (transmisión) el cual transmite el movimiento del motor a cada una de las cajas por la que se compone el monoblock. Se aplicara el análisis a la transmisión porque ella contiene rodamientos y engranes los cuales deben de ser monitoreados para verificar el estado en el que están.

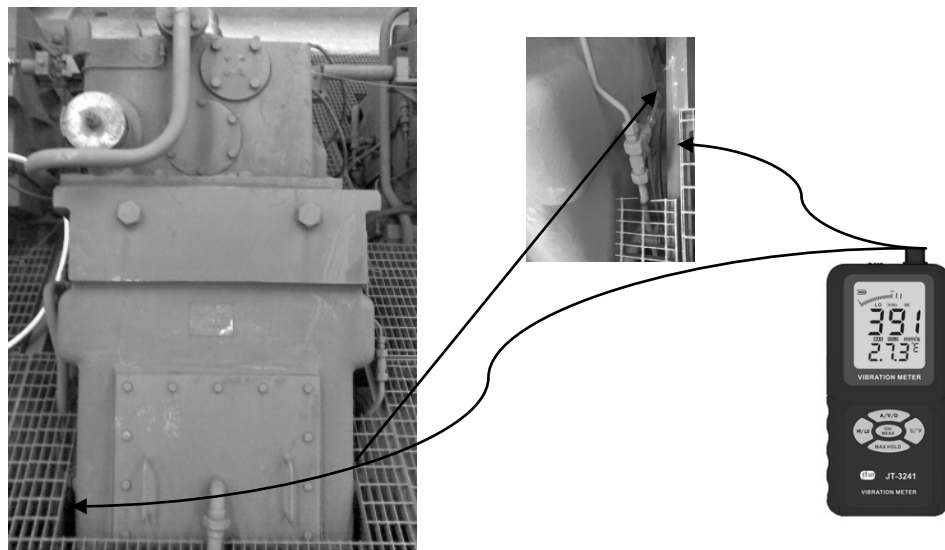
Figura 62. Multiplicador del monobloque



Laterales de las cajas de laminación:

Otro punto de aplicación serán en los laterales de las cajas porque ahí existen rodamientos en los cuales va acoplado el eje cardan y además estas están compuestas por engranajes los cuales les dan impulso a las cajas para que estas trabajen.

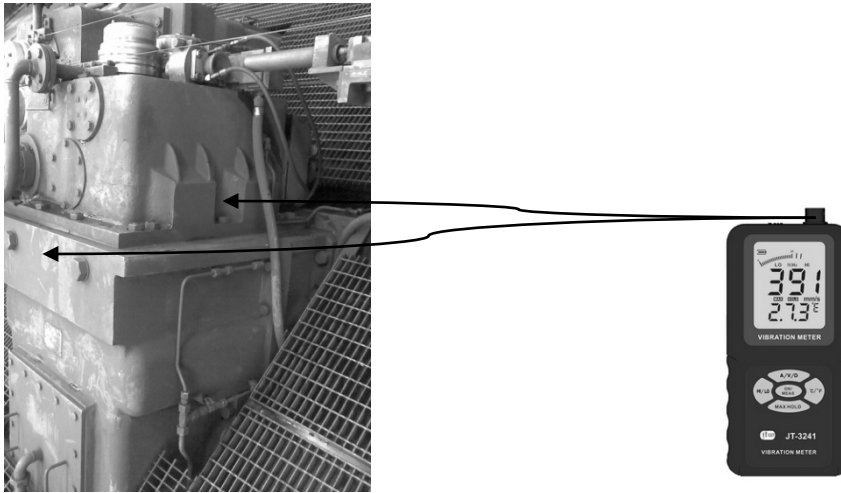
Figura 63. Cajas del monobloque



Costados de las cajas de laminación:

Se aplicara el análisis aquí porque dentro de la misma existen engranes los cuales les da movimiento a las cajas de laminación para que estas se mantengan en funcionamiento

Figura 64. Cajas del monobloque



### 3.2.3 Formador de espiras

Se realizará el análisis de vibración al formador de espiras porque está constituido de varios rodamientos los cuales deben ser analizados para verificar que su estado de funcionamiento sea el correcto. Los puntos que se analizaran son los siguientes:

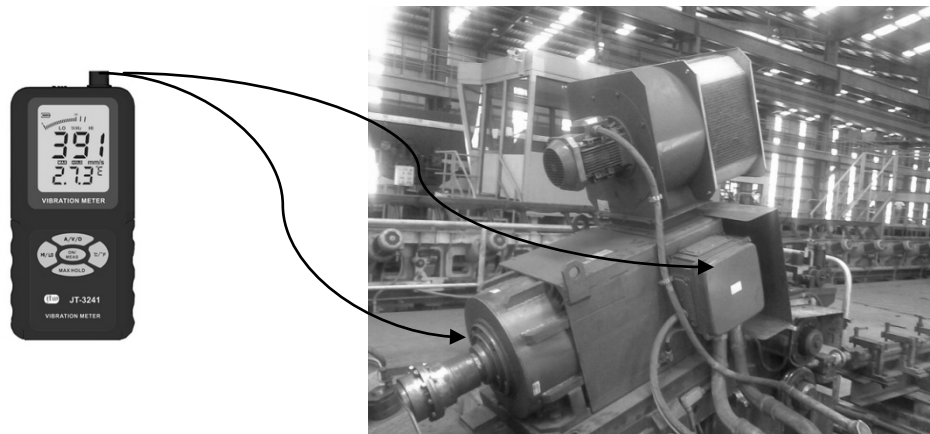
1. Motor
2. Eje de transmisión
3. Caja reductora
4. Parte trasera del formador de espira.



Motor:

Parte delantera y trasera del motor, ya que aquí se encuentran rodamientos los cuales es necesario verificar el estado de los mismos.

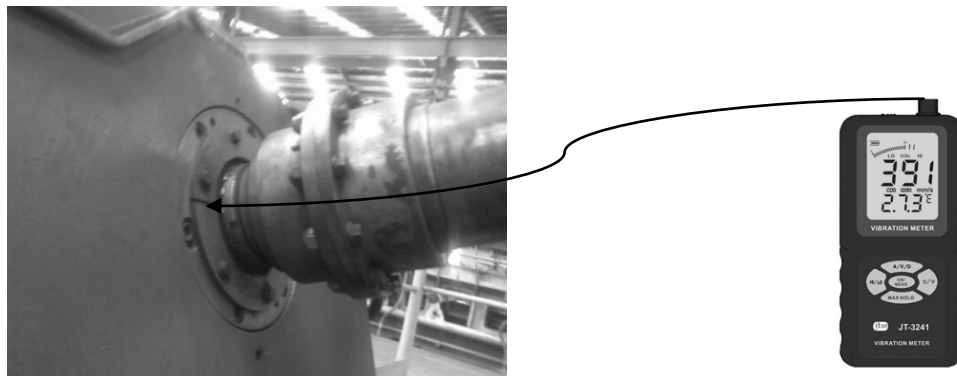
Figura 65. Motor del formador de espiras



Eje de transmisión:

Se aplicará el análisis aquí ya que en la unión del eje con el reductor existen rodamientos que deben de ser analizados.

Figura 66. Reductor del forma espiras



Caja reductora:

Se aplicará el análisis en esta zona ya que la caja reductora esta constituida por engranes y rodamientos, los cuales deben ser analizados para verificar el estado en que se encuentran.

Figura 67. Caja reductora formador de espiras

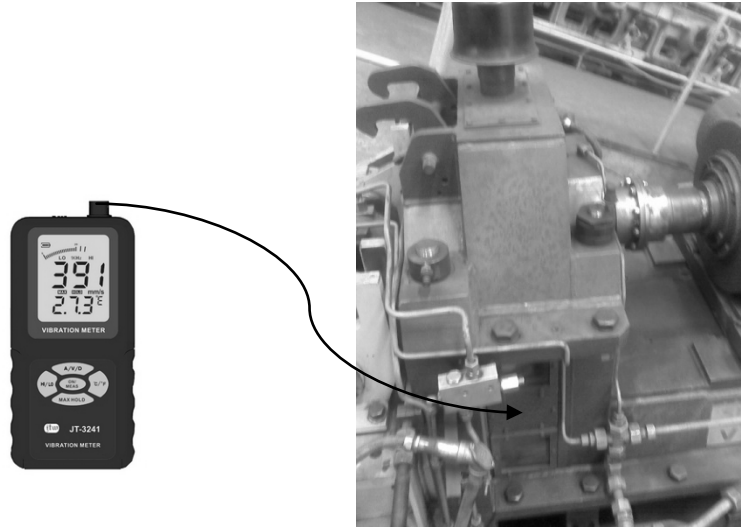
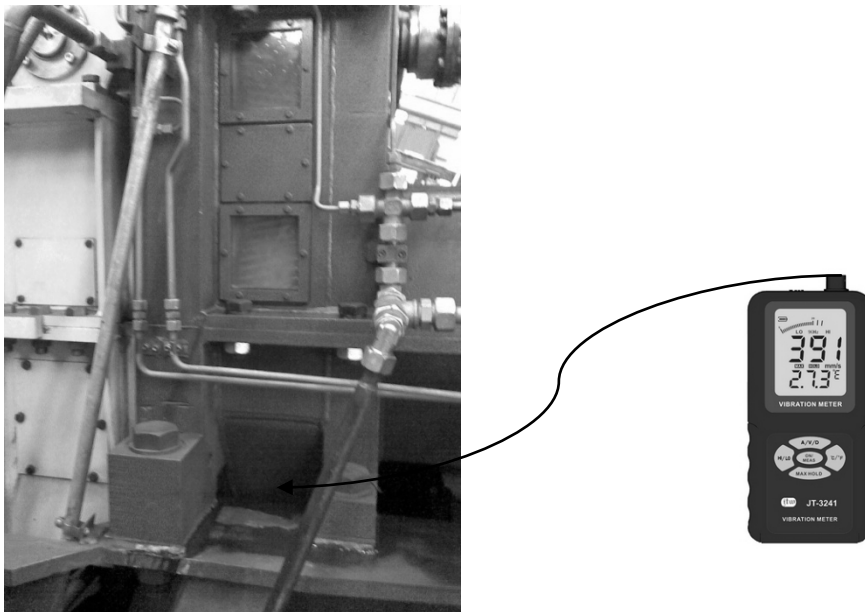


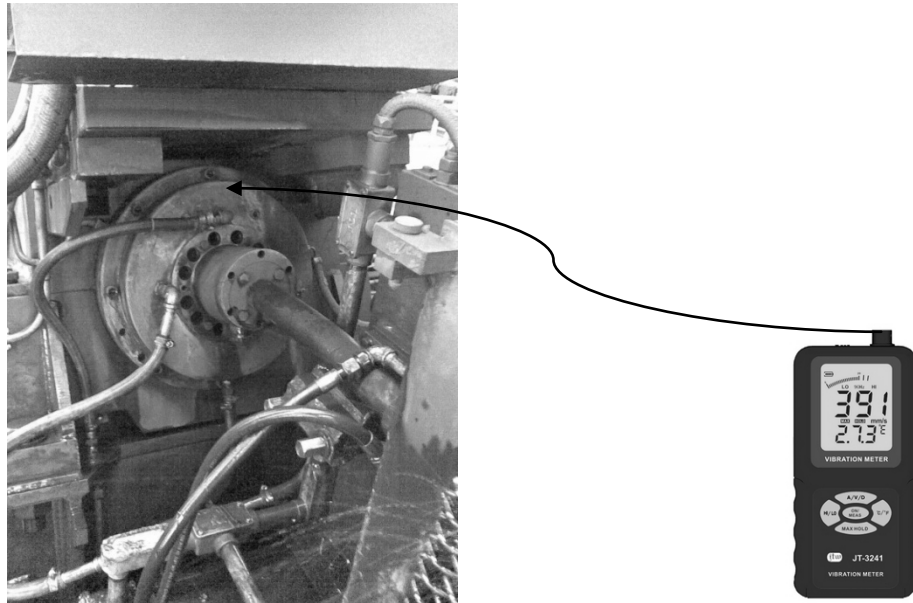
Figura 68. Caja reductora del forma espiras



Parte trasera del formador de espiras:

Se analizará esta zona porque en ella se encuentran rodamientos los cuales sirven de soporte a la campana del formador de espira, por eso es que se tiene que analizar esta parte del formador de espiras.

Figura 69. Parte trasera del formador de espiras



### 3.3 Análisis por lubricación

Este tipo de análisis consiste en la toma de muestras de los lubricantes de los diferentes equipos para su análisis en un laboratorio especializado, con este tipo de análisis podremos verificar si el lubricante que estamos utilizando todavía se encuentra en buen estado o si ya es necesario el cambio del mismo.

El equipo al cual se le aplicará el análisis serán:

- 1) Cajas de laminación
- 2) Monobloque
- 3) Formador de espiras

#### 4) Banda transportadora

##### 3.3.1 Cajas (molinos)

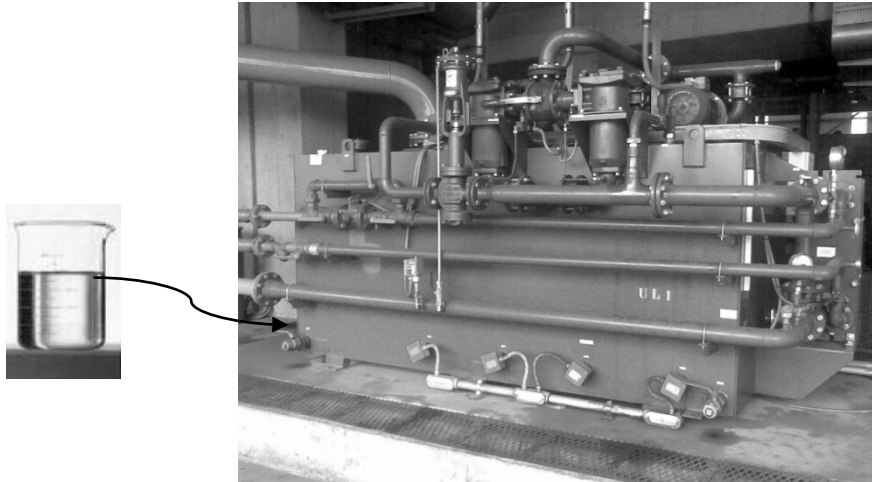
La lubricación de las cajas o molinos va a ser suministrada por UL1, UL2 y la UL3. Los análisis a realizar van a ser los descritos en el apartado 1.5.2.

Las iniciales UL significan unidad de lubricación.

Se procede a sacar una muestra de cada contenedor para analizarla en el laboratorio.

UL1, UL2, UL3:

Figura 70. Unidad de lubricación 1



##### 3.3.2 cizalla

Las cizallas en su mayoría viene lubricada por la UL1, UL2 y la UL3 por lo tanto al aplicar el análisis a las cajas de laminación lo estaremos aplicando automáticamente a las cizallas.

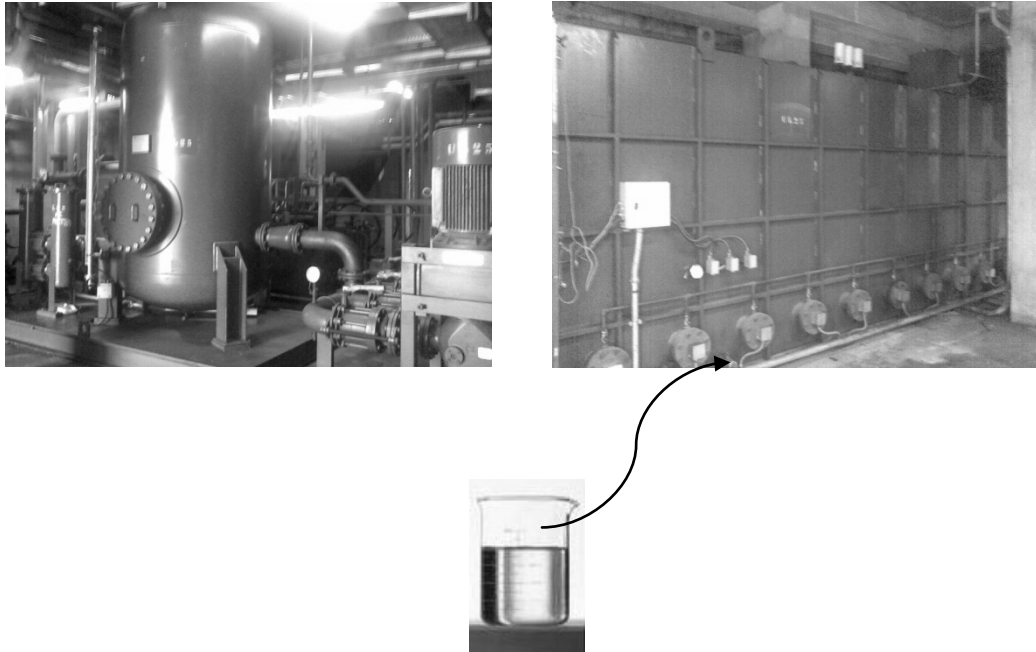
##### 3.3.3 monoblock

El monoblock esta lubricado por la UL25 la cual proporciona la lubricación a cada una de las cajas del monoblock.

Los análisis a realizar están descritos en el apartado 1.5.2.

Para llevar a cabo estos análisis se tiene que extraer una muestra directamente de la UL25.

Figura 71. Unidad de lubricación 25



#### 3.3.4 Formador de espiras

El formador de espiras viene lubricado por la UL25 por lo tanto al hacer los pasos del apartado 3.3.3 estaremos analizando con ello la lubricación del formador de espiras.

#### 3.3.5 Banda transportadora

La banda transportadora esta lubricada por la UL25 al igual que le monoblock y el formador de espiras por lo consiguiente al hacer el análisis al monoblock se le estará aplicando el análisis a la banda transportadora también.



## CONCLUSIONES

1. Se determinó que los análisis de mantenimiento predictivo que se adecuan mejor por el tipo de maquinaria que se utiliza en la planta de laminación son los análisis por termografía, análisis por vibración y el análisis por lubricación ya que estos se llegan a cabo por medio de ensayos no destructivos en los cuales no es necesario que la maquinaria se tenga que detener para poder aplicarlos.
2. Se logró visualizar que se necesita un análisis de lubricación para verificar el estado en el que se encuentra el lubricante, ya que si este no está en buen estado puede afectar el equipo al cual se le suministra lubricación y dañarlo.
3. Es necesario la colocación de señalización de afiches de las rutas de evacuación, ya que la planta carece de los mismos y estos son necesarios en caso de que ocurra algún problema en la planta como lo son incendios, temblores, etc.
4. No existe un plan para el arranque de la planta, éste es necesario para que cuando se ponga en marcha el tren de laminación no se pare por problemas que se pudieron verificar antes de que se ponga en marcha el tren de laminación.





## **RECOMENDACIONES**

### **JEFE DE ÁREA DE LAMINACIÓN**

1. Solicitar la compra del equipo de análisis de vibración para que la empresa tenga la capacidad de realizar sus pruebas de mantenimiento predictivo y así poder disminuir costos.
2. Solicitar la capacitación de una persona encargada de realizar el análisis de vibraciones para que esta pueda interpretar los espectros que son recogidos por el equipo de vibración y después que pueda analizar los problemas que estos reflejan.
3. Elaboración de un plan en conjunto para verificar el equipo de laminación antes del arranque del mismo para no provocar ningún inconveniente a la hora de comenzar la producción.

### **JEFE DE ÁREA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL**

1. Colocación de identificación de las rutas de evacuación para que el personal tenga conocimiento de cuáles son las salidas de emergencia de la planta.
2. Verificar que estén colocados los extintores en el lugar donde este señalizado con los mismos, así el personal va a tener conocimiento de donde se encuentran por cualquier emergencia.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Harry D., Moore. Materiales y procesos de fabricación.
2. Schey, John A. Procesos de manufactura. Tercera edición.
3. Siemens VAI, Manuales de Maquinaria Planta de Laminación SIDEGUA.
4. Siemens VAI, Manual de uso Monobloque acabador MB210.
5. Siemens VAI, Manual de uso de la formadora de espira E100A.
6. Siemens VAI, Manual de uso de la Atadora hidráulica prensa rollos LPM-N-1300V-ID7-4TX

### Referencias electrónicas

7. <http://es.wikipedia.org/wiki/Laminaci%C3%B3n>, mayo 2009.
8. <http://es.wikipedia.org/wiki/Alambr%C3%B3n>, mayo 2009.
9. <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/TermografiaInfrarroja.pdf>, junio 2009
10. <http://www.solomantenimiento.com/m-termografia.htm>, julio 2009
11. <http://www.aaende.org.ar/sitio/biblioteca/material/CORENDE2000Raul.pdf>, agosto 2009

