



***Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para el taller  
de la empresa Metal Gypsum CR S.A.***

Coordinador de Práctica Profesional:  
**Ing. Greivin Barahona Guzmán**

Nombre del estudiante  
**Víctor Hugo Falconer Vargas**

I Semestre 2016



Canadian Engineering Accreditation Board  
Bureau Canadien d'Accréditation des Programmes d'Ingénierie

Carrera evaluada y acreditada por:

**CEAB**

**Profesor tutor**

Ing. Juan Pablo Arias Cartín

**Asesor Industrial**

Ing. Luis Javier Salas Romero

**Tribunal examinador**

Ing. Carlos Piedra Santamaría

Ing. Manuel Centeno López

## Información del estudiante, proyecto y empresa

Información del estudiante	
Nombre:	Víctor Hugo Falconer Vargas
Cédula:	1-1479-0645
Carné TEC:	200946199
Dirección de su residencia en época lectiva:	De la esquina sureste de los tribunales 100 m sur, 75 m este y 25 sur, casa gemela de portón naranja.
Dirección de su residencia en época no lectiva:	San Antonio de Desamparados, Urb. La Constancia, casa 15 B.
Teléfono en época lectiva:	8341-2514
Teléfono en época no lectiva:	2250-4383
Email:	vicfal08@gmail.com
Información del proyecto	
Nombre del proyecto:	Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para el taller de la empresa Metal Gypsum CR S.A.
Profesor tutor:	Juan Pablo Arias Cartín
Horario de trabajo del estudiante:	Lunes a viernes de 7:00-17:00
Información de la empresa	
Nombre:	Metal Gypsum CR S.A.
Zona:	San José
Dirección:	Calle Blancos, Urbanización San Gabriel
Actividad principal:	Fabricación de láminas onduladas, perfilería estructural y tubos estructurales metálicos.

## **Dedicatoria**

Quisiera dedicar este proyecto de graduación a mi familia, que sin ellos no estaría donde estoy actualmente. Durante todo mi tiempo como estudiante han sido un gran apoyo y siempre han estado para ayudarme incondicionalmente, he logrado superar un gran número de dificultades gracias a ustedes y siempre me han ayudado a seguir luchando y levantándome a pesar de las adversidades. Este proyecto es un logro tanto mío como de ustedes por todo lo que se han esforzado para que yo pueda alcanzar mis metas.

¡Muchas gracias por todo, los quiero mucho!.

## **Agradecimiento**

Quiero agradecer a todas las personas que fueron parte de mi proceso en el Tecnológico de Costa Rica y me ayudaron a conseguir mis metas como estudiante.

Gracias a mis amigos tanto fuera del tecnológico como dentro del tecnológico, especialmente a los compañeros de carrera con quienes compartí tantos años juntos, a todos aquellos que me ayudaron a estudiar, compartimos momentos difíciles y momentos de diversión, e incluso quiero agradecer todo aquel que estuvo en una estudiada o en un proyecto porque de una u otra forma me ayudo a cumplir este objetivo.

También agradezco al personal docente y administrativo del Tecnológico, con un agradecimiento especial a los de la Escuela de Electromecánica, ya que fueron participes de mi aprendizaje y desarrollo como estudiante.

Al ingeniero Juan Pablo Arias por ser mi profesor guía de práctica, gracias por su ayuda y sus consejos.

Al ingeniero Luis Salas por ser mi asesor industrial, por siempre instruirme y brindarme la ayuda necesaria en este periodo del proyecto.

A todo el personal de la empresa Metal Gypsum CR, que ha hecho que mi bienvenida y estadía en la empresa fuera tan agradable, además gracias a todos aquellos que me ayudaron con el desarrollo del proyecto de práctica.

Finalmente gracias a todos los miembros de mi familia que han sido un gran apoyo en mi vida y en mi proceso universitario.

# Índice

## Contenido

Información del estudiante, proyecto y empresa .....	3
Dedicatoria.....	4
Agradecimiento .....	5
Índice .....	6
Índice de tablas .....	8
Índice de ilustraciones .....	9
1. Resumen .....	10
2. Abstract.....	12
3. Introducción.....	14
4. Definición del problema .....	15
4.1 Justificación.....	15
4.2 Objetivos.....	17
4.2.1 Objetivo general .....	17
4.2.2 Objetivos específicos .....	17
4.2.3 Metodología de trabajo .....	17
5. Información de la empresa .....	20
5.1 Misión .....	20
5.2 Visión.....	20
5.3 Reseña de la empresa .....	20
5.4 Productos fabricados por la empresa .....	23
5.5 Organización de la empresa .....	24
5.6 Proceso productivo .....	25
5.7 Materia prima.....	30
5.8 Máquinas y productos .....	30
5.9 Partes.....	32
5.10 Montacargas y grúas.....	33
5.11 Bodegas .....	34
6. Marco teórico.....	35
6.1 Evolución del mantenimiento .....	35
6.2 Tipos de mantenimiento.....	35
6.3 Gestión del mantenimiento.....	37

6.4 Principio de pareto.....	38
6.4.1 Historia de pareto.....	38
6.4.2 Análisis y generalidades del Diagrama de Pareto .....	38
6.4.3 Tipos de Diagramas de Pareto .....	40
6.4.4 Propósitos generales del diagrama de Pareto. ....	40
6.4.5 Ventajas y desventajas del Diagrama de Pareto. ....	40
6.4.6 Pasos para la implementación de un Diagrama de Pareto .....	41
7. Programa de órdenes de trabajo.....	44
8. Desarrollo del programa de mantenimiento preventivo .....	48
8.1 Grupo de trabajo .....	48
8.2 Selección de equipos .....	49
8.4 Disponibilidad operacional.....	55
8.4.1 Cálculo de disponibilidad.....	56
8.5 Mejoras o rediseño de equipos.....	61
8.6 Capacitación .....	62
8.7 Manual de mantenimiento preventivo .....	63
8.7.1 Tipo de orientación .....	63
8.7.2 Ciclo de mantenimiento .....	64
8.7.3 Personal requerido para realiza las inspecciones y tiempo de duración	65
8.7.4 Materiales y repuestos para realizar el mantenimiento .....	67
8.8 Cronograma de inspecciones para el periodo anual.....	72
9. Análisis económico del proyecto.....	73
10. Conclusiones.....	75
11. Recomendaciones .....	76
12. Bibliografía.....	77
13. Anexos .....	78
13.1 Anexo 1. Diagrama de Pareto.....	78
13.2 Anexo 2. Cronograma de inspecciones exceptuando inspecciones diarias y semanales .....	79
13.3 Anexo 3. Manual de mantenimiento preventivo .....	80

## Índice de tablas

Tabla 1. Actividades por desarrollar según cada objetivo. ....	18
Tabla 2. Lista de productos y sus respectivos calibres .....	23
Tabla 3. Máquinas y productos de Metal Gypsum CR .....	30
Tabla 4. Máquinas y partes de las 5 máquinas elegidas de Metal Gypsum CR .....	32
Tabla 5. Grupo de trabajo del proyecto.....	49
Tabla 6. Personal seleccionado para la selección de equipos.....	50
Tabla 7. Método GUT.....	50
Tabla 8. Resultados del método GUT .....	51
Tabla 9. Importancia de las máquinas para la empresa. ....	53
Tabla 10. Ejemplo de código de ubicación de activo.....	55
Tabla 11 Distribución de tiempo por paradas no programadas .....	57
Tabla 12. Cálculo de disponibilidad .....	57
Tabla 13. Horas recuperadas por semana al alcanzar una mayor disponibilidad ..	58
Tabla 14. Ganancias de acuerdo a las horas recuperadas por semana .....	59
Tabla 15. Indicador de confiabilidad .....	60
Tabla 16. Indicador de mantenibilidad .....	61
Tabla 17. Nomenclatura para identificar el periodo de la inspección.....	64
Tabla 18. Nomenclatura para identificar el personal a cargo de las inspecciones.	65
Tabla 19. Tiempo en minutos requerido por el personal para realizar inspecciones de mantenimiento preventivo .....	67
Tabla 20. Resumen del costo por concepto de salarios para el plan de mantenimiento preventivo .....	67
Tabla 21. Lista de materiales del área mecánica .....	68
Tabla 22. Lista de materiales del área eléctrica .....	70
Tabla 23. Lista de lubricantes .....	71
Tabla 24. Resumen de costos por concepto del plan de mantenimiento preventivo para la empresa Metal Gypsum CR .....	73

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Imagen satelital de la ubicación de la empresa.....	22
Ilustración 2. Imagen satelital de la ubicación de la empresa.....	22
Ilustración 3. Organigrama de la empresa.....	24
Ilustración 4. Flujograma del proceso de producción.....	29
Ilustración 5. Evolución del mantenimiento.....	35
Ilustración 6. Tipos de mantenimeinto.....	36
Ilustración 7. Gestión de un departamento de mantenimiento.....	37
Ilustración 8. Documento de orden de trabajo.....	44
Ilustración 9. Documento de solicitud de trabajo.....	45
Ilustración 10. Documento de hoja de retroalimentación.....	46
Ilustración 11. Flujograma del proceso de la documentación del departamento de mantenimiento.....	47
Ilustración 12. Estructura característica para un grupo de análisis RCM.....	48
Ilustración 13. Clasificación de código de ubicación de activo.....	55

## **1. Resumen**

Utilizando el proceso y conocimientos de elaboración de un plan de mantenimiento preventivo como herramienta fundamental del proyecto, se busca mejorar la disponibilidad de la empresa Metal Gypsum CR por medio de acciones proactivas que mejoren las condiciones básicas de mantenimiento de la empresa.

El estudio se desarrollo a un grupo preseleccionado de máquinas, con el fin de realizar un plan piloto que posteriormente se adapte para el resto de equipos de la empresa.

En términos generales en la empresa hay una línea de corte y líneas de producción, tal es el caso de perfilería, tubería y lámina. Estas líneas producen los insumos de la empresa, por lo que las máquinas que participan del proceso son muy importantes para la empresa.

Previamente a realizar el proceso de confección del plan de mantenimiento preventivo, se reestructuró el departamento y se organizó, debido a que existía mucho desorden en el proceso de la ejecución del mantenimiento y recolección de información. Por este motivo se realizó un documento de orden de trabajo, junto con documentos complementarios que beneficiarán y ayudarán a la gestión del departamento de mantenimiento.

Se realizó la selección de los equipos de acuerdo a la importancia que tienen en el proceso, tiempo de operación, cantidad de material producido, gravedad de las fallas, tendencia de las fallas y urgencia de las fallas. Con esto se eligen 5 máquinas críticas del proceso de producción.

Las acciones proactivas de mantenimiento fueron determinadas con la participación del personal del departamento.

Finalmente se elabora un manual de mantenimiento preventivo que contiene el detalle de las inspecciones por realizar con el periodo, la frecuencia, la duración y el encargado de realizarla, así como una ficha técnica con información básica de cada máquina.

**Palabras claves:** Disponibilidad, tiempo perdido, gestión de mantenimiento, acciones proactivas, inspecciones, bobinas, flejes.

## **2. Abstract**

Using knowledge of the process and development of a preventive maintenance plan as a fundamental tool of the project is to improve the availability of the company Metal Gypsum CR through proactive actions to improve the basic conditions of maintenance of the company.

The study was developed to a preselected group of machines, in order to conduct a pilot plan which subsequently adapted to other company equipment.

Overall the company is a cutting line and production lines, as in the case of profiles, pipe and sheet. These lines produce inputs of the company, so the machines involved in the process are very important for the company.

Before carrying out the process of making the maintenance plan, the department was restructured and organized, because there was much disorder in the process of execution of maintenance and data collection. For this reason a paper work order was made, together with supporting documents that will benefit and help the management of the maintenance department.

the selection of equipment according to their importance in the process, operating time, quantity of material produced, severity of failures, failures trend and urgency of failures was performed. With this critical production process 5 machines are chosen.

Proactive maintenance actions were determined with the participation of department staff.

Finally, a preventive maintenance manual containing details of the inspections carried out with the period, frequency, duration and charge of the transaction, as well as a fact sheet with basic information about each machine is made.

**Keywords:** Maintenance Plan (PMP), availability, reliability, time lost, Pareto, maintenance management, proactive actions, inspections, coil, strip.

### **3. Introducción**

Metal Gypsum CR S.A. es una empresa dedicada a fabricar perfiles y techos metálicos para el sector de la construcción y está ubicada en la capital del país en el sector de Calle Blancos.

Se utilizan bobinas metálicas como materia prima, estas son importadas desde diferentes partes del mundo, las bobinas se cortan en flejes que posteriormente se ubican en las distintas máquinas, las máquinas moldean la lámina metálica para obtener los diversos productos.

Las máquinas tanto la línea de corte como la línea de formado, son el corazón de esta empresa, por lo que la disponibilidad y confiabilidad de ellas debe ser la máxima posible.

La empresa ha ido en una constante evolución desde su fundación, en lo que ha producción, clientes, activos y personal respecta. La empresa tiene 12 años de haberse fundado y el mantenimiento a las máquinas nunca ha sido una prioridad hasta hace menos de un año, muchos problemas han empezado a aparecer en las máquinas, se han juntado varios problemas de mantenimiento y el personal disponible para estas tareas ha sido el mismo desde el inicio, por lo que se dificulta en cumplir las tareas de mantenimiento.

La empresa busca reorganizar el departamento de mantenimiento contratando más personal y buscando alternativas en el ámbito de la administración de mantenimiento, además de realizar un plan de mantenimiento preventivo para poder aumentar la confiabilidad y disponibilidad de las máquinas de producción y corte.

De esta forma se plantea el presente proyecto buscando brindarle a la empresa un orden en el departamento de mantenimiento y una herramienta para desarrollar un plan piloto de mantenimiento preventivo para un grupo selecto de máquinas, buscando alcanzar el principal objetivo que corresponde a aumentar la disponibilidad de los equipos de la planta; además que sirva como referencia y guía para aplicarlo al resto de máquinas de la empresa, todo esto realizado desde la perspectiva de la ingeniería en mantenimiento industrial.

## **4. Definición del problema**

### **4.1 Justificación**

El problema que radica en el área de mantenimiento por parte de la empresa Metal Gypsum CR es que cuando hay un paro no se contabiliza cuanto se está perdiendo en tiempo, dinero, ni recursos; además de que los paros se dan muy seguido y no se hace nada para frenar o apaciguar esta situación.

Cuando se produce un paro en una máquina puede repercutir en dos áreas, en la línea de producción o en la línea de corte. Si el paro se da en la línea de producción, lógicamente la producción programada para ese día va a disminuir repercutiendo en los ingresos de la empresa o bien solamente se atrasaría pero los operarios tendrían que hacer horas extra para sacar la producción por lo que de igual forma afectaría las ganancias de la empresa porque se está invirtiendo más en ganar la misma cantidad de dinero. Si no se produce un paro, pero si se da un fallo en la máquina, podría incidir de diversas formas negativamente, por ejemplo repercutiría en la calidad del producto, en la programación de la producción, en la integridad de la máquina o en la seguridad de los operarios. Las repercusiones que tiene el hecho de que se produzca un paro/fallo en la línea de producción es menos significativo que si pasara en la línea de corte, ya que en la línea de producción hay 18 máquinas que producen material y la mayoría de materiales diferentes (perfil C, tubo, stud, track, perfil angular, esquinero, furring, furring mini, canal) son producidos por más de una máquina, por lo que la producción no se detendría totalmente. Este no es el caso de la línea de corte debido a que solo existe una máquina de corte. Si una máquina necesita flejes para producir un material con medidas específicas y no hay de los flejes necesarios, la labor de la máquina de corte es cortar las bobinas para obtener los flejes de la medida necesaria, así que si se produce una falla en la máquina y no hay flejes en bodega de los que se necesitan, la producción se demoraría, hasta que el problema sea solucionado.

El problema se puede abarcar desde diversas áreas de la ingeniería, en este caso se enfoca en la ingeniería en mantenimiento industrial, por lo que se toman las máquinas como centro del problema, el poco mantenimiento que se les brinda y la falta de organización en el departamento de mantenimiento.

Por otra parte, existe un problema correspondiente a la administración de mantenimiento, que radica en que no existe documentación, historial de paros, historial de reparaciones y recolección de información en lo que respecta al mantenimiento que se le da a los equipos y los problemas que están presentando los equipos. Las consecuencias de esto es que los paros, fallos y averías se van a seguir presentando sin ningún tipo de respuesta por parte del departamento de mantenimiento, además para iniciar un control y orden en el departamento de mantenimiento, se vuelve complicado por la falta de información y si se quiere realizar un plan de acción para aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, se tiene que empezar por establecer un orden en el departamento de mantenimiento.

Ahora bien, esta problemática afecta directamente los objetivos de la empresa que corresponden a estar con una producción constante y con una alta disponibilidad de sus máquinas, para satisfacer las necesidades de sus clientes. Por lo que se elige realizar un programa de mantenimiento preventivo, que satisfaga esas necesidades y sin duda como objetivo primordial, mejore la disponibilidad de las máquinas de la empresa, que a la postre se reflejará en la reducción de los costos de la empresa.

Con esta herramienta se ataca directamente los orígenes de los fallos, los puntos vulnerables de averías y se establece un cronograma para intervenir en las máquinas previendo paros futuros. Asimismo se puede hacer una retroalimentación de los resultados del programa para mejorarlo para el futuro, tomando datos y llevando un historial que actualmente no existe, no sin antes hacer una reorganización del departamento de mantenimiento.

## **4.2 Objetivos**

### **4.2.1 Objetivo general**

- Incrementar la disponibilidad de los equipos a través de un programa mantenimiento preventivo (PMP) para el taller de Metal Gypsum de la planta MACOPA.

### **4.2.2 Objetivos específicos**

- Considerar al personal de operación y mantenimiento del taller en la toma de decisiones del departamento de mantenimiento.
- Modificar el tipo de mantenimiento que se utilice como herramienta primaria para el taller de Metal Gypsum.
- Organizar el departamento de mantenimiento mediante el uso de órdenes de trabajo y recolección de información.
- Construir una ideología de mantenimiento preventivo como herramienta principal de la disponibilidad del proceso productivo.

### **4.2.3 Metodología de trabajo**

Con el fin de lograr los objetivos propuestos se establece una metodología que conlleva actividades por realizar mostradas en la tabla 1.

**Tabla 1. Actividades por desarrollar según cada objetivo.**

Objetivos	Actividades
<p>Incrementar la disponibilidad de los equipos a través de un programa mantenimiento preventivo (PMP) para el taller de Metal Gypsum de la planta MACOPA.</p>	Analizar y seleccionar los equipos.
	Calcular la disponibilidad de mantenimiento preventivo.
	Determinar las acciones proactivas e inspecciones a implementar.
	Detallar las inspecciones.
	Elaborar el Gantt Anual.
	Analizar los costos del PMP.
	Diseñar e implementar una propuesta de órdenes de trabajo
<p>Considerar al personal de operación y mantenimiento del taller en la toma de decisiones del departamento de mantenimiento.</p>	Realizar reuniones con el personal técnico a cargo de los equipos.
	Establecer las acciones proactivas de mantenimiento que permitan disminuir las fallas funcionales en los equipos en conjunto con el personal de operación y mantenimiento.
<p>Modificar el tipo de mantenimiento que se utilice como herramienta primaria para el taller de Metal Gypsum.</p>	Reunir información de alternativas de mantenimiento en sustitución del mantenimiento correctivo.
	Mostrar al personal posibles alternativas de mantenimiento.
	Implementar tareas de mantenimiento autónomo en la labor cotidiana de los operarios del taller.

Organizar el departamento de mantenimiento mediante el uso de base de datos y órdenes de trabajo.	Diseñar una hoja piloto de orden de trabajo que se adapte a los trabajos e inspecciones realizados en la empresa.
	Implementar una base de datos que cumpla con el registro necesario de los fallos, inspecciones y trabajos realizados.
Construir una ideología de mantenimiento preventivo como herramienta principal de la disponibilidad del proceso productivo.	Dar talleres y capacitaciones acerca del mantenimiento moderno.

Fuente: Elaboración propia

## **5. Información de la empresa**

### **5.1 Misión**

Somos una empresa que busca satisfacer y exceder las necesidades de los clientes en la industria de la construcción con productos y materiales para acabados.

Nos comprometemos al beneficio de los clientes, accionistas, la comunidad y el crecimiento social y económico de nuestros colaboradores

### **5.2 Visión**

Ser la empresa número uno en la industria de perfilaría metálica en materiales para la construcción, desarrollar mecanismos actualizados de tal forma que sus productos no sean obsoletos, sino más bien se convierta en una herramienta necesaria para toda constructora u empresa que haga uso del mismo.

### **5.3 Reseña de la empresa**

MACOPA es empresa hermana de Metal Gypsum CR S.A. satisface las necesidades de sus clientes en la industria de la construcción desde 1972.

MACOPA es una empresa de capital costarricense fundada en 1972, dedicada a la importación, comercialización y fabricación de materiales para la construcción, especializada en el área de acabados de primera calidad. Introdujo el Sistema de construcción liviano a base de Gypsum, similares y perfilaría en HG. Macopa, es líder en el mercado costarricense además ha incursionado con gran éxito en otros mercados internacionales, como por ejemplo Centro América, Sur América y el Caribe.

MACOPA, comprometida con la satisfacción del cliente fábrica su propia perfilaría para Gypsum en hierro de acero galvanizado, a través de su subsidiaria Metal

Gypsum C.R., S.A. Adicionalmente se fabrican Perfiles estructurales, cubiertas de techo onduladas en HG en las dimensiones que el cliente necesite.

La empresa Metal Gypsum CR, S.A, vigente desde el año de 1995 nace a raíz de la alta demanda de materiales para la construcción. La visión de la compañía es ser los número uno en la industria de perfilaría metálica en materiales para la construcción, desarrollar mecanismos actualizados de tal forma que sus productos no sean obsoletos, sino más bien se convierta en una herramienta necesaria para toda constructora u empresa que haga uso del mismo.

MACOPA, como empresa líder del mercado cuenta con una amplia gama de productos para acabados de la construcción, tales como cubiertas de techo, cielos suspendidos, gypsum perfilería y accesorios, vidrios y perfilería de aluminio, puertas, grifería, loza sanitaria, pisos y azulejos, tubos y perfilería estructural, plywood.

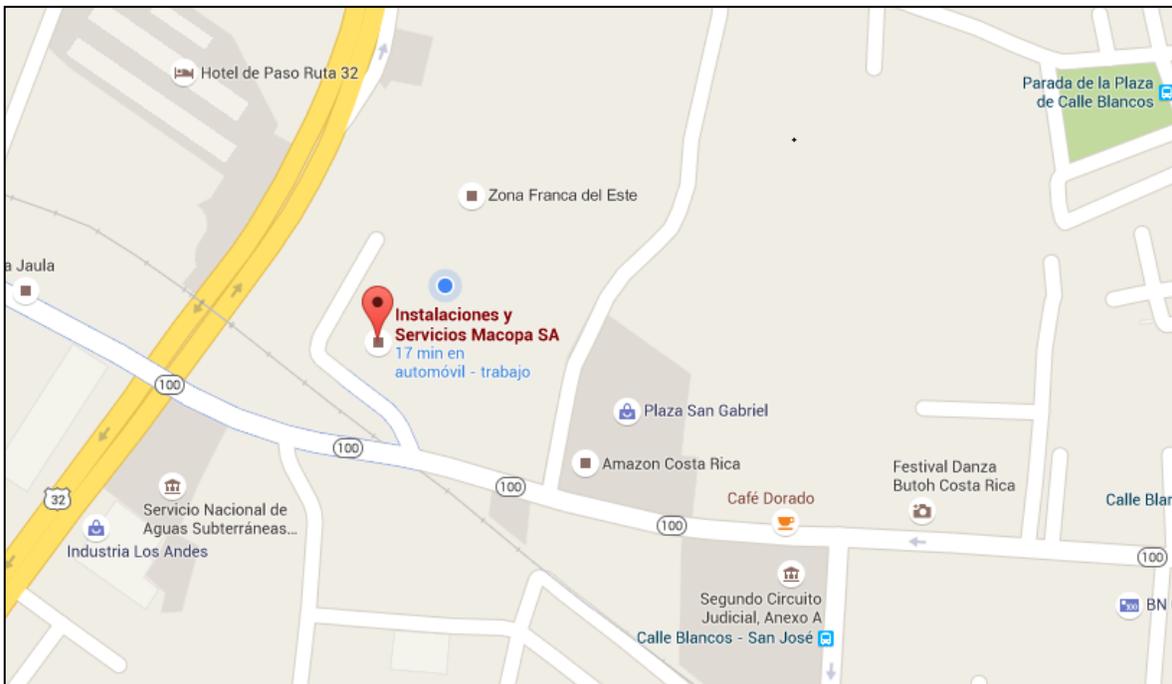
La empresa está ubicada en La Urbanización San Gabriel, Calle Blancos, Guadalupe. San José Costa Rica.

A continuación se muestra en la ilustración 1 y 2 imágenes satelitales de la planta y las bodegas de Metal Gypsum CR S.A.



**Ilustración 1. Imagen satelital de la ubicación de la empresa**

Fuente: Google Earth



**Ilustración 2. Imagen satelital de la ubicación de la empresa**

Fuente: Google Maps

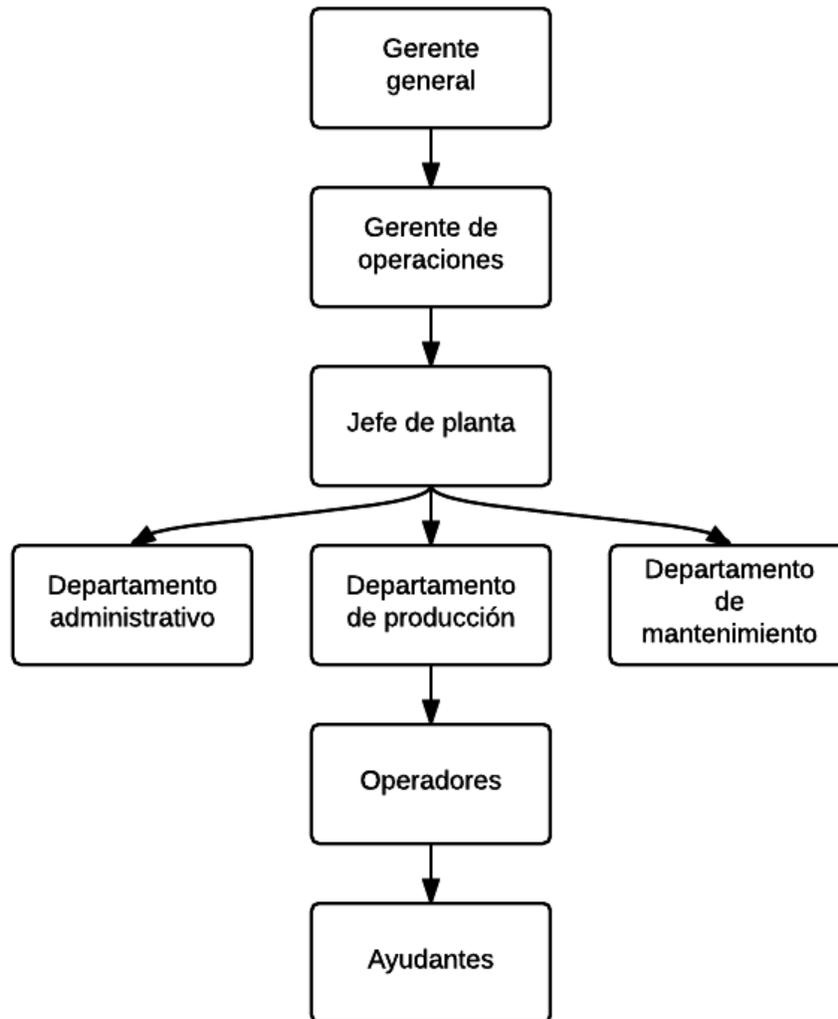
#### 5.4 Productos fabricados por la empresa

En la empresa Metal Gypsum CR S.A. se fabrican diversos productos a base de metal (acero galvanizado y hierro negro) como materia prima, adentrándose un poco más en la especificidad de sus productos se tiene:

**Tabla 2. Lista de productos y sus respectivos calibres**

<b>PRODUCTO</b>	Furring Channel	Furring Steel Tech	Cold Rolled	Wall Angle	Stud	Track	Tubo para malla
<b>MEDIDAS</b>	0,32	0,35	0,70	0,35	0,32	0,32	1,50
	0,35	0,40	0,90	0,40	0,35	0,35	1,80
	0,40		1,20		0,40	0,40	
	0,70				0,70	0,70	
					0,90	0,90	
					1,20	1,20	
					1,50	1,50	
<b>PRODUCTO</b>	Esquinero	Furring Channel Teja Mini	Lámina Ondulada	Lámina rectangular prepintada	Perling	Tubo cuadrado y rectangular	
<b>MEDIDAS</b>	0,32	0,32	0,30	0,44	1,20	1,20	
			0,32		1,50	1,50	
			0,36		1,80	1,80	
			0,44		2,40	2,40	

## 5.5 Organización de la empresa



**Ilustración 3. Organigrama de la empresa**

Fuente: Elaboración propia en Lucidchart

## 5.6 Proceso productivo

La empresa Metal Gypsum realiza trabajos con metal, específicamente acero galvanizado y hierro negro de esto se obtiene como resultado diversos productos. Para ello se tienen varias máquinas que realizan trabajos distintos a diferentes dimensiones, ubicadas en dos lugares distintos, la planta principal en Calle Blancos y la alterna en Tibás. La materia prima de la empresa son las bobinas de acero que provienen de diferentes partes del mundo, son transportadas por barco hasta los puertos del Pacífico y el Atlántico, por medio de camiones se llevan hasta la planta de producción donde se descarga por medio de grúas o de montacargas para ser almacenada de acuerdo con su clase y medidas. Para la planta de Calle Blancos la primer parte del proceso es tomar una de las bobinas metálicas que se tienen almacenadas en bodega utilizando una grúa manejada a control remoto por un operario desde el piso de la planta. Dependiendo del producto que se vaya a fabricar se requieren bobinas laminadas en caliente, laminadas en frío, o con recubrimiento de zinc. Las medidas que se utilizan normalmente abarcan los siguientes rangos: desde 0,45mm hasta 4,75mm de espesor, y desde 820mm hasta 1220mm de ancho. El objetivo principal es tener la materia prima necesaria para mantener la producción constante. Al tener seleccionada y montada la bobina en la grúa se procede a llevarla hasta la máquina de corte (Slitter), que están a su cargo dos operarios. La máquina Slitter es una máquina de corte y corresponde a la línea de corte de la empresa en ella se corta la bobina en flejes a un ancho determinado, según se requiera. El funcionamiento de la máquina consiste en desenrollar la bobina, cortar la lámina y embobinar las láminas más pequeñas de nuevo, para así obtener los flejes. Más detalladamente los pasos del corte de flejes se muestra a continuación

- Transporte a la línea de corte
- Verificación de medidas de las bobinas (ancho y espesor)
- Carga del porta-bobina
- Desamarre de la bobina

- Desarrollo de la punta de la bobina
- Carga de la cizalla y corte longitudinal de la bobina
- Verificación del ancho de flejes y de la uniformidad del espesor
- Carga de la arrolladora de flejes
- Arrollado de flejes
- Sujeción de los extremos de los flejes
- Identificación de flejes
- Descarga al trompo giratorio de cuatro brazos

La máquina más importante del proceso es la Slitter ya que todas las otras máquinas dependen de ella, si ella no está en funcionamiento las otras máquinas no tendrían materia prima para fabricar el producto, a excepción de las máquinas que fabrican techos puesto que su materia prima son las bobinas y no los flejes. Teniendo un óptimo funcionamiento de la Slitter se puede tener la materia prima necesaria para mantener la producción constante, este es uno de los objetivos primordiales de la planta. Después de obtener los flejes de la bobina se procede a almacenar los flejes en bodega o bien se lleva directo a la máquina de ser necesario utilizando uno de los montacargas, conducido por un montacarguista. Seguidamente el proceso continúa en las máquinas que fabrican los productos finales tales como perlin estructural, tubos estructurales, techos y perfilería Gypsum; estas máquinas necesitan de la materia prima, que corresponde a los flejes. Con un montacargas, ya sea desde la Slitter o desde la bodega (como se mencionó anteriormente) se lleva el fleje hasta el portarrollos de la máquina. Cabe recalcar que son 19 máquinas (15 en Calle Blancos y 4 en Tibás) y no todas tienen la misma función, unas realizan un producto, otras más de uno y trabajan para ciertos espesores de lámina, por lo que es muy importante tener el fleje del ancho y material adecuado. Una vez esté el fleje con las medidas necesarias bien sujetado en el portarrollos se puede iniciar el proceso de fabricación del producto, la máquina moldea la lámina según el producto que se requiera. El producto que sale de la máquina se apila y se sujeta en una mesa de empaque. Las máquinas de las dos plantas (19 máquinas) son:

- 2 Molinos de perfil C.
- 2 Molinos de tubería.
- 1 Máquina de corte.
- 3 Roladoras para lamina de techo.
- 11 Molinos de perfil liviano

Para la línea de tubería se tienen las siguientes etapas:

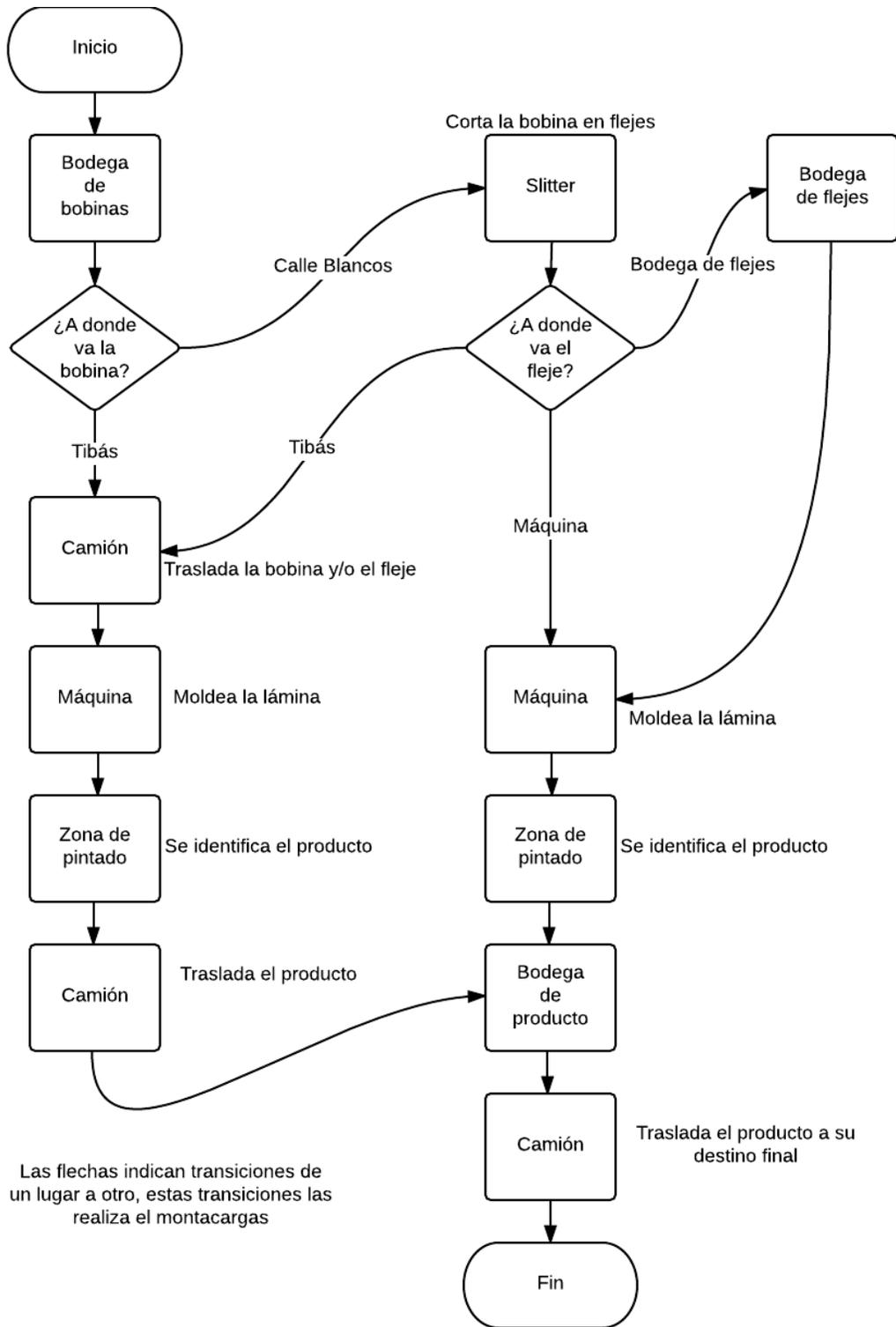
- Transporte a la formadora de tubos.
- Material para producción.
- Carga del porta-rollos.
- Carga del acumulador.
- Introducción del fleje a la formadora.
- Aplanado del fleje.
- Centrado del fleje.
- Formación del tubo.
- Soldado de los bordes del fleje.
- Eliminación de la viruta de soldadura.
- Enfriado del tubo.
- Calibración del tubo.
- Enderezado del tubo.
- Corte transversal del tubo.
- Sistema de evacuación automática.
- Capacidad de producción y paquetes de tubos.

Para la línea de perfiladoras se tienen las siguientes etapas:

- Transporte a la formadora de perfiles.
- Material para producción.
- Carga del porta-rollos.
- Calibración de los rodillos formadores.

- Introducción del fleje a la perfiladora.
- Aplanado del fleje.
- Centrado del fleje.
- Formación del perfil.
- Enderezado del perfil.
- Corte transversal del perfil.
- Sistema de evacuación automático.
- Capacidad de producción y paquetes de tubos.
- Producto terminado: Perfiles en acero negro y galvanizado.

Posteriormente un montacargas se lleva traslada el material a la zona de identificación, donde se pinta el producto para identificarlo según su espesor. Luego un montacargas lleva el producto a una bodega y ahí se almacena hasta que se ejecute la venta final. Finalmente un montacargas lleva el producto hasta el camión que se encarga de llevarlo a su destino final. Es importante aclarar que las bodegas de bobinas, flejes y producto se ubica en la planta de Calle Blancos. Para la planta de Tibás es un poco distinto el proceso ya que requiere de un traslado de la materia prima de las máquinas desde Calle Blancos hasta Tibás. Para las máquinas que fabrican techo que son 3 su materia prima son las bobinas y para la máquina de furring su materia prima son los flejes. Así que el proceso de esta planta inicia en tomar los flejes y/o bobinas en bodega en Calle Blancos y mediante un montacargas llevarlo al camión, este lo lleva hasta la planta en Tibás. Una vez ahí el montacargas de la planta se encarga de llevar la materia prima a la máquina. Luego de que la máquina moldee la lámina y se obtenga el producto, se sujeta, apila, empaca y pinta. Después el montacargas lo sube en el camión que se encarga de llevarlo a la planta en Calle Blancos. Finalmente un montacargas de la planta lo traslada a la bodega de producto.



**Ilustración 4. Flujograma del proceso de producción**

Fuente: Elaboración propia en Lucidchart

## 5.7 Materia prima

La materia prima que se utiliza corresponde a bobinas metálicas de hierro negro y acero galvanizado, a partir de ella se genera la gama de productos anteriormente mencionados. A parte del material que se utiliza para confeccionar el producto final, hay otros activos y recursos que posee la empresa, que sin ellos no se podría generar ningún producto. Algunos de estos recursos son, las máquinas que cortan y forman el material, las grúas y los montacargas que transportan las bobinas, flejes, producto terminado, entre otros; operadores, ayudantes, montacarguistas y demás colaboradores de la empresa, diversas herramientas que se utilizan en el día a día, así como las instalaciones donde se fabrica y se almacena el material.

## 5.8 Máquinas y productos

En la empresa se cuenta con 19 máquinas distribuidas en 2 plantas distintas, cada una tiene una función específica en el proceso de producción, en la siguiente tabla se muestran el total de máquinas y los productos que fabrica cada una de ellas.

**Tabla 3. Máquinas y productos de Metal Gypsum CR**

Máquina	Nombre	Productos	Planta	Área
Molino de perfil liviano	Barbieri #14	Stud, track, furring channel, cold rolled	Calle Blancos	Línea de perfilería
Molino de perfil liviano	Barbieri #15	Stud	Calle Blancos	Línea de perfilería
Molino de perfil liviano	Furring #1	Furring channel	Calle Blancos	Línea de perfilería
Molino de perfil liviano	Furring #2	Furring channel	Tibás	Línea de perfilería

Molino de perfil liviano	Furring mini	Calibre liviano (furring channel teja mini)	Calle Blancos	Línea de perfilería
Molino de perfil liviano	Angular #1	Calibre liviano (wall angle)	Calle Blancos	Línea de perfilería
Molino de perfil liviano	Angular #2	Calibre liviano (wall angle)	Calle Blancos	Línea de perfilería
Molino de perfil liviano	Canal cielo	Cold rolled	Calle Blancos	Línea de perfilería
Molino de perfil C	Perling #1	Perling	Calle Blancos	Línea de perfilería
Molino de perfil C	Perling #2	Perling	Calle Blancos	Línea de perfilería
Molino de perfil liviano	JPM #1	Stud, track	Calle Blancos	Línea de perfilería
Molino de perfil liviano	JPM #2	Track	Calle Blancos	Línea de perfilería
Molino de perfil liviano	Esquinero	Perfil liviano (esquinero)	Calle Blancos	Línea de perfilería
Máquina cortadora de bobina de acero	Slitter	Corte de bobinas	Calle Blancos	Línea de corte
Molino de tubería	Tubo #1	Tubo para malla, tubo cuadrado y rectangular	Calle Blancos	Línea de tubería

Molino de tubería	Tubo #2	Tubo cuadrado y rectangular	Calle Blancos	Línea de tubería
Roladora para lámina de techo	Techo #1	Lámina ondulada	Tibás	Línea formado de lámina
Roladora para lámina de techo	Techo #2	Lámina ondulada	Tibás	Línea formado de lámina
Roladora para lámina de techo	Techo esmaltado	Lámina rectangular prepintada	Tibás	Línea formado de lámina

Fuente: Elaboración propia

## 5.9 Partes

Las partes de cada máquina son muy parecidas entre sí, ya que su proceso es muy similar a excepción de la máquina Slitter que es la máquina que pertenece a la línea de corte. En la tabla 4. se muestra las partes de las máquinas que se identificaron para el proyecto.

**Tabla 4. Máquinas y partes de las 5 máquinas elegidas de Metal Gypsum CR**

Máquina	Parte
Perling #2 Barbieri #15	Sistema hidráulico
Perling #2 Barbieri #15 Tubo #1 Tubo #2	Porta-rollos
	Mesa #1 (formado)
	Sistema de empaque
	Mesa de salida

Tubo #1 Tubo #2	Mesa de soldadora de pegas
	Acumulador
	Mesa #2 (soldadora)
	Mesa #3 (formado)
	Mesa #4 (formado)
	Cámara de nebulizado
	Estructura de enfriamiento
Slitter Perling #2 Barbieri #15 Tubo #1 Tubo #2	Estructura de la máquina
	Sistema de corte
	Sistema eléctrico-control
Slitter	Mandril embobinador
	Recolector scrap
	Sistema de frenado
	Rodillos guía de altura
	Porta-bobinas y mandril porta-bobinas

Fuente: Elaboración propia

### 5.10 Montacargas y grúas

Los montacargas y las grúas son los encargados de la logística de la empresa, se cuenta con 6 montacargas (4 de 3,5 toneladas, 1 de 6 toneladas y 1 de 10 toneladas) y 3 grúas (2 de 3 toneladas y 1 de 10 toneladas) para planta de Calle Blancos; en cuanto a la planta de Tibás se cuenta con un montacargas de 3,5 toneladas solamente.

Las 3 grúas realizan funciones distintas, la grúa #1 de 3 TON monta los flejes en el portarrollos para 7 máquinas, mientras que la grúa #2 lo hace para solamente 3 máquinas. Por otros lado la grúa de 10 TON se encarga de montar las bobinas de en la máquina Slitter para que esta las corte, además con esta misma grúa se realizan trabajos de encastillamiento de una parte de las bobinas cerca de la

máquina Slitter, estas corresponden a las bobinas que se cortarán próximamente; se hacen 4 hileras de 3 bobinas de altura.

Así como las grúas, los montacarguistas realizan funciones en sectores distintos de la empresa, aunque se cuenta con 7 montacargas, usualmente se utilizan solo 5 montacargas y cuando se requiere un operador de montacargas se pasa de montacargas o bien un operador o ayudante de máquina que cuenta con licencia opera un montacargas si así se requiere. Los montacargas más utilizados son los 5 de 3,5 toneladas, ya que son los que están transportando constantemente flejes y producto; estos son los materiales con más movilidad en la planta. El montacargas #1 se encarga de descargar los flejes cortados por la Slitter y acomodarlos en bodega, además de acomodar el producto terminado en la bodega. El montacargas #2 supe de flejes a 10 máquinas, las mismas 10 máquinas en las que trabajan las 2 grúas de 3 TON, asimismo saca paquetes de producto terminado y los acomoda en bodega. El montacargas #3 abastece de flejes a las 2 máquinas de tubo y el montacargas #4 saca los paquetes de producto terminado de las 2 máquinas de tubo a la bodega. En cuanto al montacargas de 6 TON se utiliza para transportar bobinas con un peso entre 3,5 y 5,5 TON, mientras que el montacargas que soporta más peso se encarga de transportar las bobinas restantes que superan las 6 TON.

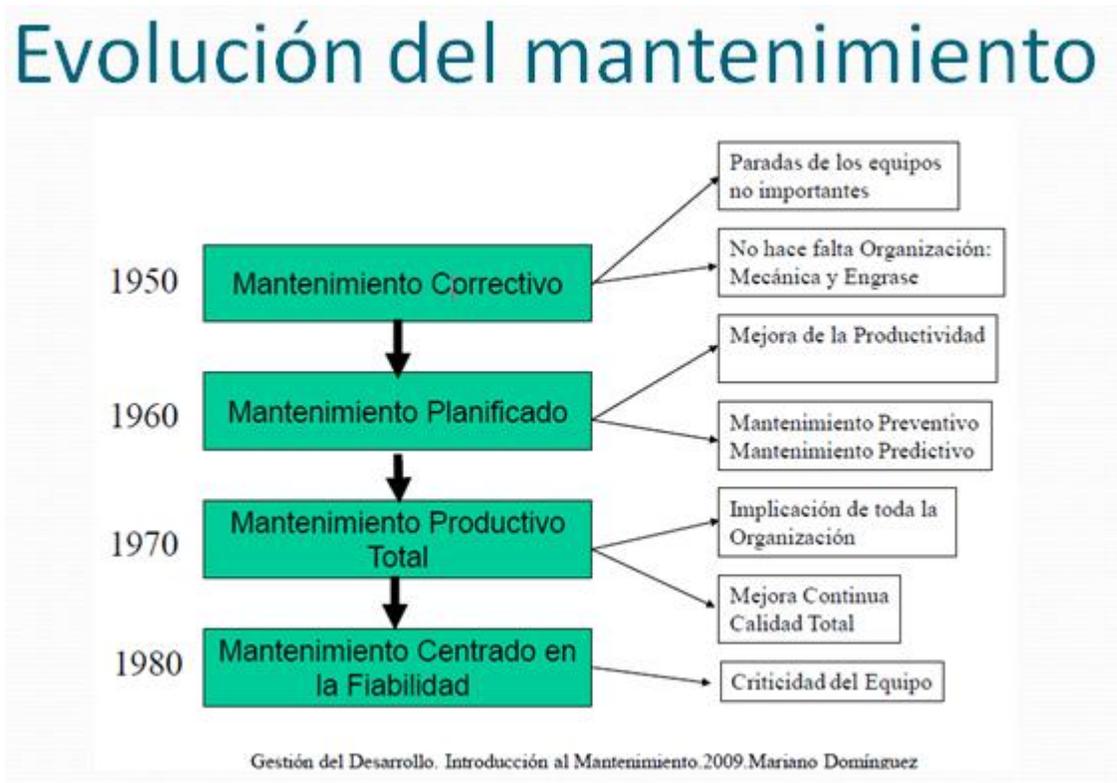
### **5.11 Bodegas**

En las bodegas se almacena tanto la materia prima como el producto terminado, es decir, las bobinas, los flejes y los paquetes de cada uno de los diferentes perfiles fabricados. Se cuenta con 2 bodegas para almacenar material. Los encargados de meter, acomodar y sacar material de las bodegas son los montacarguistas.

## 6. Marco teórico

### 6.1 Evolución del mantenimiento

El mantenimiento ha tenido varias etapas durante la historia, y ha ido evolucionando paulatinamente durante los años.

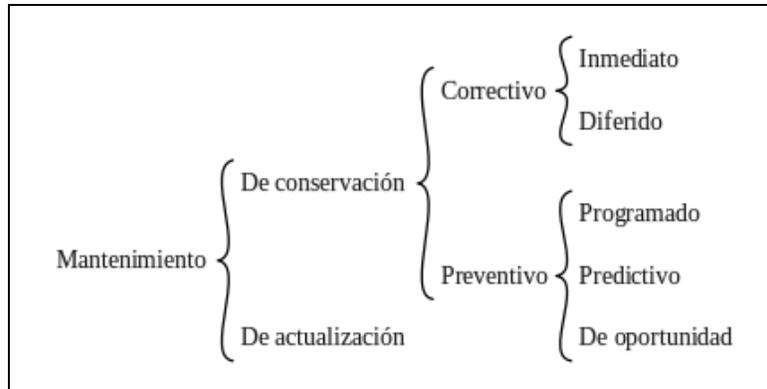


**Ilustración 5. Evolución del mantenimiento**

Fuente: Gestión del desarrollo. Introducción al Mantenimiento

### 6.2 Tipos de mantenimiento

En las operaciones de mantenimiento podemos diferenciar las siguientes definiciones:



**Ilustración 6. Tipos de mantenimiento**

Fuente: mitecnologico.com (pagina web)

Mantenimiento: definido como el conjunto de operaciones para que un equipamiento reúna las condiciones para el propósito para el que fue construido.

Mantenimiento de conservación: es el destinado a compensar el deterioro sufrido por el uso, los agentes meteorológicos u otras causas. En el mantenimiento de conservación pueden diferenciarse:

Mantenimiento correctivo: que corrige los defectos o averías observados.

Mantenimiento correctivo inmediato: es el que se realiza inmediatamente de percibir la avería y defecto, con los medios disponibles, destinados a ese fin.

Mantenimiento correctivo diferido: al producirse la avería o defecto, se produce un paro de la instalación o equipamiento de que se trate, para posteriormente afrontar la reparación, solicitándose los medios para ese fin.

Mantenimiento preventivo: como el destinado a garantizar la fiabilidad de equipos en funcionamiento antes de que pueda producirse un accidente o avería por deterioro. En el mantenimiento preventivo podemos ver:

Mantenimiento programado: como el que se realiza por programa de revisiones, por tiempo de funcionamiento, kilometraje, etc.

Mantenimiento predictivo: que realiza las intervenciones prediciendo el momento que el equipo quedara fuera de servicio mediante un seguimiento de su funcionamiento determinando su evolución, y por tanto el momento en el que las reparaciones deben efectuarse.

Mantenimiento de oportunidad: que es el que aprovecha las paradas o periodos de no uso de los equipos para realizar las operaciones de mantenimiento, realizando las revisiones o reparaciones necesarias para garantizar el buen funcionamiento de los equipos en el nuevo periodo de utilización.

Mantenimiento de actualización: cuyo propósito es compensar la obsolescencia tecnológica, o las nuevas exigencias, que en el momento de construcción no existían o no fueron tenidas en cuenta pero que en la actualidad si tienen que serlo.

### 6.3 Gestión del mantenimiento

El departamento de mantenimiento debe estar bien estructurado, ya que en toda empresa es un departamento muy importante que brinda un servicio a beneficio de la empresa.



**Ilustración 7. Gestión de un departamento de mantenimiento**

Fuente: Administración de mantenimiento moderna, L. Tavares

## 6.4 Principio de Pareto

### 6.4.1 Historia de Pareto

En 1941 Joseph Moses Juran, un consultor de gestión del siglo XX, reconocido como un experto de la gestión de calidad y confección de algunos libros relacionados con el tema, fue quien descubrió la obra de Vilfredo Pareto quien realizó un estudio sobre la distribución de la riqueza, en el cual, descubrió que la minoría de la población poseía la mayor parte de la riqueza y la mayoría de la población poseía la menor parte de la riqueza. Así pues el nombre de Pareto fue dado por el Dr. Juran en honor Vilfredo Pareto.

El Señor Juran amplió la aplicación del principio de Pareto a cuestiones de calidad obteniéndose lo que hoy se conoce como la regla 80/20. Según la cual, si se tiene un problema con varias causas, se puede decir que el 20% de las causas resuelven el 80 % del problema y el 80 % de las causas solo resuelven el 20 % del problema. (Fernández, 1999)

Características principales del diagrama de Pareto:

- **Priorización:** Identifica los elementos que más peso o importancia tienen dentro de un grupo.
- **Carácter objetivo:** Su utilización obliga al grupo de trabajo a tomar decisiones basadas en datos y hechos objetivos
- **Unificación de criterios:** Enfoca y dirige el esfuerzo de los componentes del grupo de trabajo hacia un objetivo prioritario común.

### 6.4.2 Análisis y generalidades del Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto constituye un sencillo y gráfico método de análisis que permite discernir entre las causas más importantes de un problema. El Análisis de Pareto es una comparación cuantitativa y ordenada de elementos y factores según, su impacto a un determinado efecto, al realizar dicha comparación se pretende realizar una clasificación en dos categorías:

- Las Pocos Vitales, que son los elementos de mayor importancia en la contribución al efecto.
- Los Muchos Triviales, son los elementos poco importantes en la contribución al efecto.

El Diagrama de Pareto está constituido de un gráfico de barras que se complementa con una ojiva o curva de tipo creciente y que representa en forma decreciente el grado de importancia o peso que tienen los diferentes factores que afectan a un proceso, ilustrando las causas de los problemas por orden de importancia y frecuencia de aparición, se trata de calificar los problemas o causas en vitales y triviales y a partir de su clasificación realizar su análisis.

La mayor cantidad de los problemas; son producto de un número pequeño de causas, que es lo que interesa descubrir y eliminar para lograr un gran efecto de mejora, a estas pocas causas que son las responsables de la mayor parte del problema se conoce como causas vitales.

Respecto a las causas triviales aunque no aporten un valor a la mejora, no significan que se deban dejar de lado o ignorarlas por completo, se trata de ir eliminando en forma progresiva las causas vitales, una vez excluidas estas, es posible que las causas triviales se lleguen a transformar en vitales.

La gráfica de Pareto es una herramienta sencilla pero, poderosa al permitir identificar visualmente, en una sola revisión las minorías de características vitales a las que es importante prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción de mejora sin malgastar esfuerzos ,ya que, con el análisis descartamos las mayorías triviales.

Casos en los que es útil el Diagrama de Pareto:

- Para identificar oportunidades de mejora.
- Para identificar un producto o servicio para el análisis de mejora de la calidad.
- Para evaluar los resultados de los cambios efectuados a un proceso comparando sucesivos diagramas obtenidos en momentos diferentes.

- Cuando se quiere identificar las causas principales de los problemas y establecer prioridades para resolverlos.

Para comunicar fácilmente, a otros miembros de la organización las conclusiones sobre causas, efectos y costes de los errores. (Fernández, 1999)

#### **6.4.3 Tipos de Diagramas de Pareto**

Existen dos tipos de diagramas de Pareto:

Diagramas de fenómenos. Se utilizan para determinar cuál es el principal problema que origina el resultado no deseado. Estos inconvenientes pueden ser de calidad, coste, entrega, seguridad u otros. (Fernández, 1999)

Diagramas de causas. Se emplean para, una vez encontrados los problemas importantes, descubrir cuáles, son las causas más relevantes que los producen. (Fernández, 1999)

#### **6.4.4 Propósitos generales del diagrama de Pareto.**

- Analizar las causas.
- Estudiar los resultados.
- Planear una mejora continua

#### **6.4.5 Ventajas y desventajas del Diagrama de Pareto.**

**Ventajas** (Fernández, 1999)

- Ayuda a priorizar y a señalar la importancia de cada una de las áreas de oportunidad.
- Se aplica en todas las situaciones en donde se pretende efectuar una mejora, en cualquiera de los componentes de la calidad total: la calidad del producto/servicio, costos, entrega, seguridad, y moral.

- Promueve el trabajo en equipo, ya que, se requiere la participación de todos los individuos relacionados con el área para analizar el problema, obtener información y llevar a cabo acciones para su solución.
- El Diagrama de Pareto se utiliza también, para expresar los costos que significan cada tipo de defecto y los ahorros logrados mediante el efecto correctivo llevado a cabo a través de determinadas acciones.

#### **Desventajas** (Fernández, 1999)

- En el gráfico es probable que aparezcan barras de la misma altura o que se requiera más de la mitad de las categorías para obtener más del 60% del efecto.
- Para la selección, confiabilidad y consistencia de las categorías depende de la experiencia de los encargados del proyecto.

#### **6.4.6 Pasos para la implementación de un Diagrama de Pareto**

**Paso 1:** Identificar el Problema: Identificar el problema o área de mejora en la que se va a trabajar

**Paso 2:** Identificar los factores: Elaborar una lista de los factores que están incidiendo en el problema, por ejemplo, tipos de fallas, características de comportamiento, tiempos de entrega.

**Paso 3:** Definir el período de recolección: Establecer el tiempo dentro del cual se recolectaran los datos: días, semanas, meses.

**Paso 4:** Recolección de Datos Consiste en recoger los datos correctos o asegurarse de que los existentes lo son. Para la construcción de un Diagrama de Pareto son necesarios:

- Un efecto cuantificado y medible sobre el que se quiere priorizar (costes, tiempo, número de errores o defectos, porcentaje de clientes, otros).

- **b.** Una lista completa de elementos o factores que contribuyen a dicho efecto (tipos de fallos o errores, pasos de un proceso, tipos de problemas, productos, servicios, otros).

Es importante, identificar todos los posibles elementos de contribución al efecto antes de empezar la recogida de datos. Esta condición evitará que, al final del análisis, la categoría "Varios" resulte ser una de las incluidas en los "Pocos Vitales".

Las herramientas de calidad más útiles para obtener esta lista son: la tormenta de Ideas, el diagrama de flujo, el diagrama de causa-efecto y sus similares, o los propios datos. (Fernández, 1999)

- **c.** La magnitud de la contribución de cada elemento o factor al efecto total.

Estos datos, bien existan o bien haya que recogerlos, son: objetivos, basados en hechos, no en opiniones, consistentes, debe utilizarse la misma medida para todos los elementos contribuyentes y los mismos supuestos y cálculos a lo largo del estudio ya que,, el análisis de Pareto es un análisis de comparación.

**Paso 5:** Ordenar los Datos

Ordenar dichos elementos de mayor a menor frecuencia.

**Paso 6:** Calcular el porcentaje y el porcentaje acumulado, para cada elemento de la lista ordenada.

$$\% \text{ Relativo} = \frac{\text{Frecuencia de la causa}}{\text{Total de frecuencias}} \times 100$$

**Ecuación 1. Cálculo de porcentaje relativo.**

Calcular el porcentaje relativo acumulado, sumando en forma consecutiva los porcentajes de cada factor. Con esta información se señala el porcentaje de veces que se presenta el problema y que se eliminaría si se realizan acciones efectivas que supriman las causas principales del problema.

**Paso 7:** Dibujar el Diagrama de Pareto

**Identificar los ejes:** en el eje horizontal se anotan los factores de izquierda a derecha, en orden decreciente en cuanto a su frecuencia. El eje vertical izquierdo se gradúa de forma tal que, sirva para mostrar el número de datos observados (la frecuencia de cada factor), el eje vertical derecho mostrara el porcentaje relativo acumulado.

**Dibujar las barras:** Trazar las barras o rectángulos correspondientes a los distintos factores. La altura de las barras representa el número de veces que se presenta el factor, se dibujan con la misma amplitud, unas tras otras.

**Graficar los porcentajes:** Colocar los puntos que representan el porcentaje relativo acumulado, tomando en cuenta la graduación de la barra vertical derecha; los puntos se colocan partiendo desde el origen y después, en la posición que corresponde al extremo derecho de cada barra, y se traza una curva que una dichos puntos. En esta forma queda graficada la curva del porcentaje relativo.

**Paso 8:** Señalar los elementos Pocos Vitales y los Muchos Triviales

Trazar una línea vertical que separa el Diagrama en dos partes y sirve para visualizar la frontera entre los Pocos Vitales y los Muchos Triviales, basándonos en el cambio de inclinación entre los segmentos lineales correspondientes a cada elemento.

**Paso 9:** Analizar diagrama de Pareto. (Fernández, 1999)

## 7. Programa de órdenes de trabajo

Para poder realizar eficazmente un programa de mantenimiento preventivo se necesita un orden en el departamento de mantenimiento y como se mencionó anteriormente no se posee por lo que es de suma importancia reestructurar el departamento y elaborar esta documentación posterior al proyecto. Una vez dicho esto se da a conocer la importancia de que la documentación del departamento de mantenimiento sea una pieza fundamental del proyecto, por lo que entra dentro del mismo.

El documento de la orden de trabajo debe ser un documento simple de llenar, con información sencilla de captar, pero que al mismo tiempo contenga todos los datos necesarios para realizar una tarea específica sin que queden dudas en el aire para el técnico.

A continuación se presenta el documento de orden de trabajo realizado para la empresa Metal Gypsum.

Herramientas, repuestos y materiales necesarios		Personal asignado
Cant	Herramientas, repuestos o materiales	

**ORDEN DE TRABAJO METAL GYPSUM**

Número OT:  Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Departamento:  Hora: \_\_\_\_:\_\_\_\_

Unidad de proceso:  Prioridad:  Urgente  Parada programada

**metal-gypsum**  
CDM DEL TIBURVALDO DE ARAGÓNIA

Área:  Eléctrico  Mecánico  Preventivo  Otro

Estatus del equipo:  Parado  Fallando  En marcha  Otro

Tipo de trabajo:  Modificación  Correctivo  Preventivo  Predictivo

Estatus de la orden de trabajo:  Abierta  Cerrada

Descripción:

Tiempo programado:  # Personas:  Horas hombre:

Fecha programada: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Firma del departamento

Ilustración 8. Documento de orden de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente a este documento se realizaron otros dos documentos a manera de complemento, una solicitud de trabajo y una hoja de retroalimentación.

La solicitud de trabajo es un documento que se le entrega a los operarios de las máquinas, esto con el fin de que cuando ocurra un fallo en una máquina o ellos detecten algún sonido extraño o una anomalía en el funcionamiento de la máquina soliciten al coordinador de mantenimiento mediante este documento que los se debe realizar una revisión o reparación a dicha máquina. El coordinador de mantenimiento luego de obtener la solicitud de trabajo generará una orden de trabajo dirigida a los técnicos de mantenimiento. Este documento proporciona valores muy importantes para el mantenimiento de la empresa, por un lado se le da conocimiento a los técnicos más rápidamente que una máquina debe ser inspeccionada o se debe hacer una reparación; asimismo otro lado se involucra a los operarios y ayudantes en el proceso de mantenimiento de la empresa.

**SOLICITUD DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO  
METAL GYPSUM**

**Solicitar la revisión o reparación solamente una vez**

Fecha      \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Hora      \_\_\_\_\_

Solicita     

Unidad de proceso     

**Estatus del equipo**

Parado

Fallando

En marcha

Otro \_\_\_\_\_

**Descripción**

Número solicitud     

\_\_\_\_\_  
Firma del departamento

**Ilustración 9. Documento de solicitud de trabajo**

Fuente: Elaboración propia

La hoja de retroalimentación es un documento que se utiliza luego de realizar la labor, y la llena el técnico responsable de la reparación o revisión. Esta hoja de retroalimentación contiene información y observaciones muy importante que debe ser analizada y tomada en cuenta por el coordinador de mantenimiento para ver tendencias, sacar indicadores; además de tener en un documento físico de que la labor fue realizada con éxito, que fue lo que hizo el técnico, cuánto tiempo tardó, que utilizó, hora, fecha, entre otros datos.

**HOJA DE RETROALIMENTACIÓN  
METAL GYPSUM**

Número OT

Herramientas, repuestos y materiales necesarios

Cant.	Herramientas, repuestos o materiales
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Motivo de retraso

Fecha de inicio \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Fecha final \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Hora de inicio \_\_\_\_:\_\_\_\_

Hora final \_\_\_\_:\_\_\_\_

Observaciones, sugerencias y recomendaciones

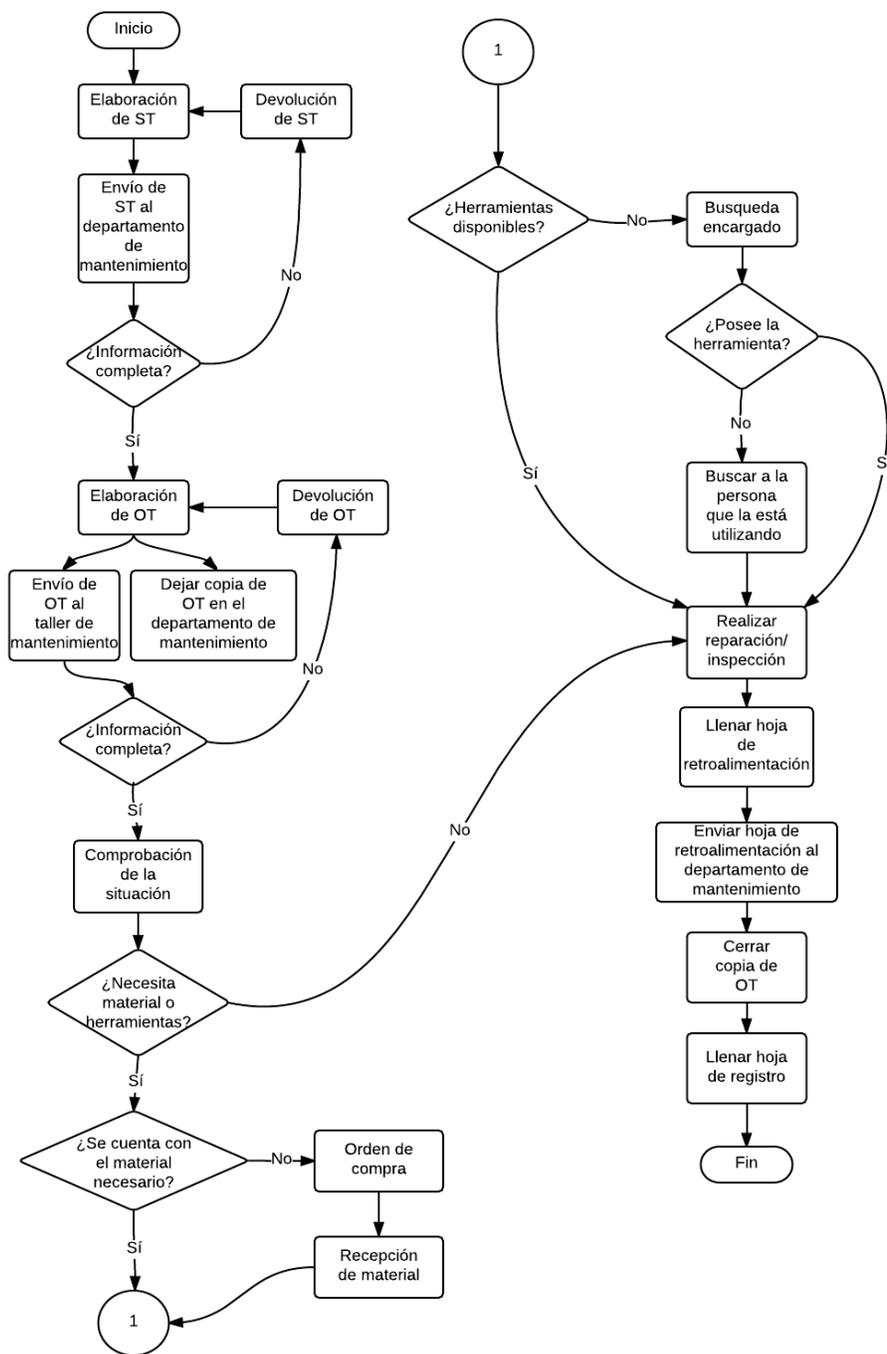
\_\_\_\_\_  
Realizó trabajo



**Ilustración 10. Documento de hoja de retroalimentación**

Fuente: Elaboración propia

El proceso de utilización de la documentación se ejemplifica mediante el siguiente flujograma.



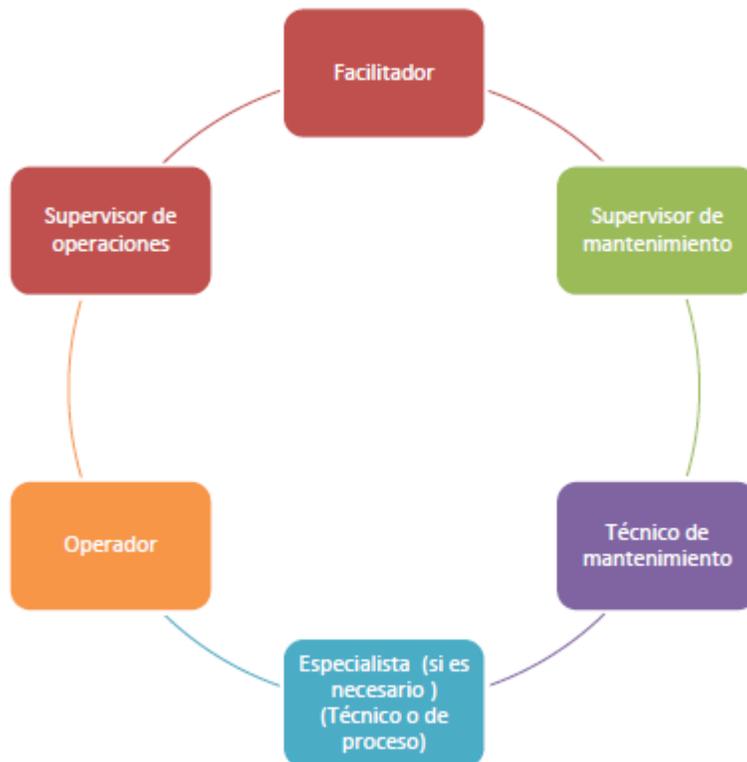
**Ilustración 11. Flujograma del proceso de la documentación del departamento de mantenimiento**

Fuente: Elaboración propia en Lucidchart

## 8. Desarrollo del programa de mantenimiento preventivo

### 8.1 Grupo de trabajo

Para conformar el grupo de trabajo para realizar el proceso, análisis y revisión del plan de mantenimiento preventivo se contó con varias personas que laboran actualmente en la empresa, se utilizó la misma técnica de conformación de un grupo de trabajo para un análisis de RCM con la diferencia de que está enfocado a un proyecto distinto, aunque con un proceso y fin similar.



**Ilustración 12. Estructura característica para un grupo de análisis RCM.**

Fuente: Moubray, 1997

Para elegir al grupo de trabajo, es necesario que los integrantes conozcan los equipos a estudiar para así obtener el conocimiento y experiencia de estas personas. Una característica muy importante del grupo de trabajo es que debe incluir una persona de mantenimiento y otra de operación como mínimo.

El grupo de trabajo es conformado por:

**Tabla 5. Grupo de trabajo del proyecto**

<b>Puesto</b>	<b>Nombre</b>
Facilitador	Víctor Falconer
Supervisor de mantenimiento	Luis Salas
Supervisor de operaciones	David Alvarado
Operador	Rigoberto Rodríguez
Técnico mecánico	Marlon Suárez
Técnico eléctrico	Bryan Matus

Fuente: Elaboración propia

## **8.2 Selección de equipos**

El objetivo de la empresa es tener un plan de mantenimiento preventivo que abarque la totalidad de las máquinas, es decir, las 19 máquinas de la empresa; este objetivo no concuerda con el del proyecto, ya que por limitantes de tiempo se elegirán entre 4-6 máquinas para elaborar un plan de mantenimiento preventivo piloto sobre estas. A partir de los resultados obtenidos de este primer proyecto, se iniciará a abarcar el resto de máquinas gradualmente y dándole una mejora continua al programa.

Inicialmente se contempla la utilización de un diagrama de Pareto para la selección de los equipos de acuerdo a su criticidad, esto trae consigo un problema, que radica en que no existe información previa o algún tipo de datos recolectados para tomar como base de la situación de la empresa en lo que a paros, tiempo perdido, fallos, tiempo de mantenimiento respecta; por lo que se hizo un análisis previo a la selección de los equipos.

Primero se determinó que la única base que se tenía para elaborar una selección correspondía a la experiencia de los empleados de la empresa, por lo que se

dispuso a utilizar eso como una herramienta de selección, donde la experiencia y criterio de varios empleados en la empresa fuera crucial. Para ello se contó con:

**Tabla 6. Personal seleccionado para la selección de equipos**

Nombre	Puesto
David Alvarado	Gerente de operaciones
Luis Salas	Jefe de planta
Rigoberto Rodríguez	Técnico mecánico

Fuente: Elaboración propia

Los equipos a seleccionar deben ser los más críticos e importantes para la empresa por ello se decidió utilizar el método GUT ejemplificado en la literatura “Administración moderna de mantenimiento” de Lourival Tavares. Este método se basa en dar un valor de gravedad, urgencia y tendencia a cada tipo de fallo en una máquina para luego obtener un resultado final que englobe los tres criterios y así determinar el fallo más crítico de la máquina; para nuestro caso no se seccionará de acuerdo a los fallos de una máquina sino que seccionará como las máquinas de la planta, siempre evaluando las características de los fallos en cada máquina pero de forma general. Al realizar esta análisis mediante el método de GUT tenemos los siguientes resultados:

**Tabla 7. Método GUT**

Equipo	David				Luis				Rigo				Prioridad	
	G	U	T	GxUxT	G	U	T	GxUxT	G	U	T	GxUxT	Posición	Total
Tubo 1	4	4	4	64	3	4	3	36	1	3	2	6	1	106
Tubo 2	4	4	4	64	3	4	2	24	1	3	1	3	3	91
Esquinero	1	1	1	1	1	2	1	2	1	3	1	3		6
JPM 1	1	1	2	2	2	3	1	6	1	1	1	1		9

JPM 2	1	1	2	2	2	3	1	6	1	1	1	1		9
Slitter	4	3	3	36	4	4	2	32	4	3	3	36	2	104
Barbieri 15	2	2	2	8	2	3	2	12	2	1	3	6	5	26
Barbieri 14	2	2	2	8	2	3	2	12	2	3	1	6	6	26
Perlin 1	2	2	2	8	2	3	2	12	1	1	3	3		23
Perlin 2	2	2	2	8	2	3	2	12	1	1	3	3		23
Angular 1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1		4
. Angular 2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1		4
Furring mini	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1		4
Canal cielo	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	2	2		5
Furring 2	1	2	1	2	2	3	2	12	2	2	1	4		18
Furring 1	2	2	2	8	2	3	3	18	1	2	4	8	4	34
Techo esmaltado	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1		5
Techo 1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	2		6
Techo 2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	2		6

Fuente: Elaboración propia

Con estos valores obtenidos se procede a realizar un diagrama de Pareto que tiene el siguiente resultado:

**Tabla 8. Resultados del método GUT**

Máquina	Valor GUT absoluto	Valor GUT acumulado	Valor GUT relativo unitario (%)	Valor GUT relativo acumulado (%)
<b>Tubo 1</b>	106	106	20,82514735	<b>20,82514735</b>
<b>Slitter</b>	104	210	20,43222004	<b>41,25736739</b>
<b>Tubo 2</b>	91	301	17,87819253	<b>59,13555992</b>

<b>Furring 1</b>	34	335	6,679764244	<b>65,81532417</b>
<b>Barbieri 15</b>	26	361	5,10805501	<b>70,92337917</b>
<b>Barbieri 14</b>	26	387	5,10805501	<b>76,03143418</b>
<b>Perling 1</b>	23	410	4,518664047	<b>80,55009823</b>
Perling 2	23	433	4,518664047	85,06876228
Furring 2	18	451	3,536345776	88,60510806
JPM 1	9	460	1,768172888	90,37328094
JPM 2	9	469	1,768172888	92,14145383
Techo 1	6	475	1,178781925	93,32023576
Techo 2	6	481	1,178781925	94,49901768
Esquinero	6	487	1,178781925	95,67779961
Canal cielo	5	492	0,982318271	96,66011788
Techo esmaltado	5	497	0,982318271	97,64243615
Angular 1	4	501	0,785854617	98,42829077
Angular 2	4	505	0,785854617	99,21414538
Furring mini	4	509	0,785854617	100
<b>Total</b>	<b>509</b>	<b>509</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia

Podemos observar que de acuerdo al criterio 80/20 de Pareto, la mayor criticidad de las fallas (80%) se encuentra en las primeras 7 máquinas las cuales corresponden a:

- Tubo #1
- Slitter
- Tubo #2
- Furring #1
- Barbieri #15
- Barbieri #14

- Perling #1 ó #2

Además de este criterio de selección no se puede dejar de lado el hecho de tomar en cuenta la importancia de proteger prioritariamente las máquinas y definir cuáles son las máquinas más importantes para la empresa, basándose en las ganancias que genera cada máquina, para esto se entrevistó a las mismas 3 personas encargadas de evaluar los fallos en las máquinas para el método GUT.

0

Debido a limitaciones de tiempo para el proyecto no se elegirán 7 máquinas que corresponde al 80% sino que se elegirán 5 máquinas para efectuar el plan piloto de mantenimiento preventivo, al ser 5 máquinas las seleccionadas, se consulta a los 3 encargados, cuáles son las 5 máquinas que generan mayores ganancias y trabajan mayor tiempo en la empresa. El resultado fue el siguiente:

**Tabla 9. Importancia de las máquinas para la empresa.**

<b>Máquina</b>	<b>Importancia</b>
Tubo #1	3
Tubo #2	3
Slitter	3
Perling #2	3
Barbieri #15	2
Barbieri #14	1
Perling #1	0
Furring #1	0

Fuente: Elaboración propia

La columna de “Importancia” refleja la cantidad de personas que eligieron dicha máquina como una de las más importantes para la empresa.

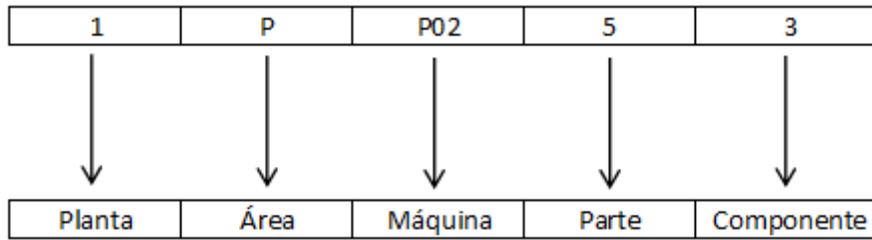
Analizando estos resultados junto con la selección de equipos del método Pareto, observamos claramente que las 3 máquinas con mayor puntaje GUT, tuvieron el puntaje máximo de importancia por lo que definitivamente son parte de las 5 máquinas del PMP, mientras que las máquinas Furring#1 y Perling #1 no presentan tanta importancia como otras obteniendo el puntaje mínimo por lo que quedan descartadas para el PMP. Falta seleccionar 2 máquinas restantes entre las que tenemos Perling #2, Barbieri #14 y Barbieri #15, de las cuales obtuvieron 23, 26 y 26 en el puntaje GUT respectivamente; sus puntajes son muy similares por lo que la diferencia para concretar la selección será la importancia que tienen para la empresa. Al ver este último criterio vemos que para los 3 empleados la máquina Perling #2 es muy importante, mientras que la de menor importancia es la Barbieri #14 con solamente 1 punto. Finalmente de acuerdo a estos dos criterios se tiene decidido que las máquinas para efectuar el PMP son:

- Tubo #1
- Tubo #2
- Slitter
- Barbieri #15
- Perling #2

### **8.3 Codificación de equipos**

La empresa Metal Gypsum CR es relativamente pequeña en lo que a organización respecta, por lo que la codificación de los equipos se vuelve bastante simple, para ello se secciona la empresa en dos plantas y cada planta tiene diferentes áreas que conforman el proceso.

El código propuesto se basa en determinar la ubicación de cada equipo de la empresa para ello se muestra el código mediante un ejemplo:



**Ilustración 13. Clasificación de código de ubicación de activo**

Fuente: Elaboración propia

Para este caso se tiene que:

**Tabla 10. Ejemplo de código de ubicación de activo**

Código	Significado
1	Calle Blancos
P	Línea de perfilería
P02	Perling #02
5	Mesa de evacuación
3	Banda de hule

Fuente: Elaboración propia

El código para la banda de hule de la mesa de evacuación de la máquina Perling #2 ubicada en la plantade Calle Blancos y correspondiente a la línea de perfilería es: 1PP02530

#### **8.4 Disponibilidad operacional**

Uno de los objetivos del proyecto es aumentar las disponibilidad por medio del plan de mantenimiento preventivo. Por esta razón es que se va a tomar como

referencia 4 meses, que es el tiempo que se estuvo recolectando datos de las 5 máquinas críticas.

Se define disponibilidad operacional de un equipo, conjunto de equipos o línea de producción, al porcentaje del tiempo en que estuvo disponible para el proceso de operación en las condiciones de seguridad y calidad establecidas (Pistarelli, 2010).

La disponibilidad operacional queda definida por:

$$D_o = \frac{(T_o - T_{np})}{T_o} \times 100$$

Fuente: (Pistarelli, 2010)

Donde,

$T_o$  es el tiempo disponible para operar (no tiene en cuenta el tiempo programado para mantenimiento o cualquier otro aspecto productivo).

$T_{np}$  es el tiempo de paradas no programadas.

#### 8.4.1 Cálculo de disponibilidad

Para calcular la disponibilidad de las máquinas se tomaron los datos desde el 15 de enero de 2016 hasta el 15 de mayo de 2016, el resultado de dicha recolección de datos se resume en la siguiente tabla que muestra el tiempo perdido y el número de paros ocasionados.

**Tabla 11 Distribución de tiempo por paradas no programadas**

<b>Máquina</b>	<b><math>T_{np}</math>(hr)</b>	<b># Paros</b>	<b><math>T_o</math></b>
Perling #2	308	21	1632
Barbieri #15	72	13	816
Slitter	430	44	1632
Tubo #1	195	22	1938
Tubo #2	183	18	918

Fuente: Elaboración propia

Si se aplica la fórmula de disponibilidad a cada una de las máquinas obtenemos como resultado la siguiente tabla:

**Tabla 12. Cálculo de disponibilidad**

<b>Máquina</b>	<b>Disponibilidad</b>
Perling #2	81,13%
Barbieri #15	91,18%
Slitter	73,65%
Tubo #1	89,93%
Tubo #2	80,07%
Promedio	83,19%

Fuente: Elaboración propia

Este valor que se obtiene para cada máquina es un indicador de la probabilidad de que la máquina funcione satisfactoriamente y sin problemas, está claro que el objetivo que va a tener el manual de mantenimiento preventivo es mejorar este indicador, esto se logra utilizando y ejecutando las acciones proactivas del manual y así prevenir las fallas funcionales en los equipos.

El objetivo concreto que busca alcanzar el plan es que las máquinas eliminen la indisponibilidad por parte de las fallas ocurridas debido a la falta de mantenimiento, es decir las fallas funcionales en la máquina. Con la implementación del PMP se aumenta en gran cantidad la disponibilidad global de las máquinas, específicamente se muestra en la tabla 13 la disponibilidad actual y la disponibilidad luego de implementar el plan de mantenimiento preventivo.

**Tabla 13. Horas recuperadas por semana al alcanzar una mayor disponibilidad**

<b>Máquina</b>	<b>Disponibilidad actual</b>	<b>Disponibilidad meta</b>	<b>Horas recuperadas por semana (hr/sem)</b>
Perling #2	81,13%	85%	3,72
Barbieri #15	91,18%	94%	1,36
Slitter	73,65%	85%	10,89
Tubo #1	89,93%	93%	3,49
Tubo #2	80,07%	85%	2,66

Fuente: Elaboración propia

A pesar de que las máquinas por debajo del 85% lleguen hasta un 90% aproximadamente de disponibilidad, se fija como primer meta llegar a 85%, ya que la brecha de mejora es muy amplia, por lo que se torna más difícil alcanzar el 90% sin errores, además el objetivo inicial de la empresa es tener todas las máquinas trabajando con un 85% de disponibilidad como mínimo. Para las máquinas sobre el 85%, se mantiene el valor de disponibilidad calculado según fue calculado al eliminar el tiempo perdido por fallas funcionales, para las 2 máquinas restantes, el aumento en la disponibilidad es de 3% aproximadamente.. Alcanzando estos valores se tendría un ahorro de muchas horas perdidas, en donde se podría estar produciendo material para los clientes de Metal Gypsum CR. En la siguiente tabla se demuestra las horas perdidas que serían eliminadas gracias al PMP.

De acuerdo a la cantidad y el tipo de producto que cada máquina produce por hora se evidencia una ganancia considerable al aumentar la disponibilidad, aunque la máquina Slitter no genera ninguna ganancia directa, si genera una ganancia indirecta, en agilizar el proceso, logística y posteriormente en los ingresos.

**Tabla 14. Ganancias de acuerdo a las horas recuperadas por semana**

<b>Máquina</b>	<b>Horas recuperadas por semana (hr/sem)</b>	<b>Producción por hora (€/hr)</b>	<b>Ganancia tota por semanal (€/sem)</b>
Perling #2	3,72	803 117,84	2 987 598
Barbieri #15	1,84	740 845,44	1 007 550
Slitter	10,89	0,00	0,00
Tubo #1	5,77	849 675,10	2 965 366
Tubo #2	2,66	849 675,10	2 260 136
Total	-	-	9 220 650

Fuente: Elaboración propia

Podemos ver que mejorando la disponibilidad a lo esperado, la ganancia total en una semana es de 9 200 000€

Complementario al indicador de disponibilidad, se pueden obtener otros indicadores muy importantes para mantenimiento, tal es el caso de la confiabilidad y la mantenibilidad.

El indicador de confiabilidad nace del cálculo del tiempo medio entre fallas (MTBF). Con este valor se observa el tiempo promedio de operación entre fallas, si el indicador de confiabilidad aumenta luego de implementarse el PMP quiere decir que el PMP es una herramienta para aumentar la confiabilidad de las máquinas.. Este se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$MTBF = \frac{TTO}{\#F}$$

Donde,

*TTO* es el tiempo total de operación en el periodo en horas.

*#F* es el número total de fallas

Fuente: [www.industrialtijuana.com](http://www.industrialtijuana.com) (página web)

Para las máquinas seleccionadas observamos el indicador de confiabilidad en la siguiente tabla.

**Tabla 15. Indicador de confiabilidad**

<b>Máquina</b>	<b>MTBF</b>
Perling #2	63,05
Barbieri #15	57,23
Slitter	27,32
Tubo #1	79,23
Tubo #2	40,83

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado el valor calculado que indica cual es el grado de mantenibilidad corresponde a al tiempo medio de restauración (MTTR), cuanto más disminuya este valor mayor será la mantenibilidad. El valor de MTTR se calcula de la siguiente forma:

$$MTTR = \frac{TTR}{\#F}$$

Donde,

*TTR* es el tiempo total empleado en restaurar la operación después de cada falla

*#F* es el número total de fallas

Fuente: [www.industrialtijuana.com](http://www.industrialtijuana.com) (página web)

Para las máquinas seleccionadas observamos el indicador de mantenibilidad en la siguiente tabla.

**Tabla 16. Indicador de mantenibilidad**

<b>Máquina</b>	<b>MTTR</b>
Perling #2	14,67
Barbieri #15	5,54
Slitter	9,78
Tubo #1	8,86
Tubo #2	10,17

Fuente: Elaboración propia

### **8.5 Mejoras o rediseño de equipos**

Una vez conociendo el valor de ciertos indicadores, se puede apreciar que la mantenibilidad es muy baja, asimismo la confiabilidad y disponibilidad tiene un amplio margen para mejorar. Hay situaciones que se le escapa de las manos al departamento de mantenimiento, una de estas situaciones es la priorizar la producción, sobre la ejecución del mantenimiento. Una mejora considerable es la de darle el espacio a mantenimiento para que ejecute sus actividades sin ningún problema o demora. Existen otras situaciones que si entran dentro del departamento de mantenimiento que perjudican los índices de mantenimiento, entre ellas se encuentra:

- Pocos técnicos para realizar mantenimiento.
- Fallos simultáneos en varias máquinas.
- Falta de coordinación para realizar reparaciones.

Estos tres problemas, son situaciones de suma importancia que no se pueden dejar de lado y que hay que atacar de forma paralela con la realización del PMP, además una vez se plantee una solución que sea acorde con los alcances de la empresa y sin perjudicar otras áreas de ella es necesario darle seguimiento a la dicha solución planteada, así como se le dará seguimiento al PMP.

En cuanto al rediseño de equipos se proponen varias mejoras:

- Diseñar una caja reductora intercambiable para la máquina Barbieri #15 y Perling#2 para desmontar una caja reductora y darle mantenimiento sin parar la producción.
- Cambiar el pistón del porta-bobinas de la máquina Slitter.
- Realizar un análisis de aceite a las 5 máquinas y tomar acción de acuerdo a los resultados.

## **8.6 Capacitación**

Capacitar al personal de mantenimiento es muy importante, ya que esta es la raíz de varios problemas que pueden estar ocurriendo, así como el operario puede equivocarse al ajustar o manipular la máquina, un técnico puede equivocarse al realizar una revisión o reparación; por esto surge la necesidad de involucrar la capacitación como un método de mejora.

- Entrenamiento en técnicas para una correcta lubricación, para el personal de lubricación.

- Entrenamiento para mejorar las técnicas de sustracción o reposición de partes de los equipos.
- Entrenamiento en el uso de herramientas.
- Entrenamiento para realizar los ajustes correctos para la operación del equipo.
- Entrenamiento al personal de operación de los equipos, donde se explique con claridad que deben evitar realizar para que se dé una mala operación de la máquina o proceso que tienen bajo su supervisión, y además que hacer en caso que se presenten problemas en el proceso productivo, por ejemplo que hacer en caso de que se atore un trozo de cartón en las guías de entrada del fleje.

## **8.7 Manual de mantenimiento preventivo**

El manual de mantenimiento preventivo contiene toda la información relacionada con las inspecciones que se realizan en las máquinas, las inspecciones preventivas a realizar donde se especifica, el tipo de orientación, el período, la frecuencia, el tiempo de duración y el personal que realiza cada inspección.. Los manuales de mantenimiento preventivo y los formularios de inspección para cada uno de los equipos se encuentran ubicados del apéndice X al apéndice X.

### **8.7.1 Tipo de orientación**

Con el objetivo de ayudar al personal encargado de aplicar el plan de mantenimiento preventivo, cada inspección se indica el tipo de orientación.

- Informar
  - Cuando se requiere hacer un trabajo mayor. No se realiza corrección.
  - Se verifica e informa, el informe está dentro del tiempo de inspección.
  - La corrección se realizará vía orden de trabajo.

- Corregir si es necesario
  - Mediante valoración técnica, se corrige inmediatamente dentro de la misma inspección.
- Cambiar
  - Sin mayor análisis, el trabajo se limita a cambiar el componente.

### 8.7.2 Ciclo de mantenimiento

El plan de mantenimiento preventivo tiene un horizonte temporal de 52 semanas (1 año).

Definido el horizonte temporal se establece el período de la inspección que corresponde al tiempo transcurrido entre una y otra inspección. El periodo de las inspecciones se establece según calendario, es decir, en semanas del calendario anual.

Para ellos se dispone a utilizar la siguiente nomenclatura:

**Tabla 17. Nomenclatura para identificar el periodo de la inspección**

<b>Periodo</b>	<b>Nomenclatura</b>
Turno	T
Diario	D
Semanal	S
Quincenal	Q
Mensual	M
Bimensual	BI
Trimestral	TR
Semestral	E
Anual	A

Además del periodo se define también la frecuencia de cada inspección, es decir el número de veces que se repite una inspección en el horizonte temporal de 52

semanas definido. Así entonces una inspección que tiene un periodo trimestral, tendrá una frecuencia de 4 porque en total el horizonte temporal tiene 52 semanas que corresponde a un año, un periodo indicado como diario tendrá una frecuencia de 312 (6 días por semana) y así sucesivamente.

Es importante mencionar que el período establecido es una estimación inicial la cual debe evaluarse según los resultados del plan de mantenimiento preventivo, para realizar ajustes que permitan llegar a determinar el periodo y frecuencia idónea.

### 8.7.3 Personal requerido para realiza las inspecciones y tiempo de duración

Como se mencionó anteriormente, el personal de mantenimiento es limitado, por lo que es importante evaluar la posibilidad de aumentar el número de personal dentro del departamento, ya que es urgente si se quiere ejecutar el PMP eficazmente.

Para efectos de las inspecciones del plan de mantenimiento preventivo se identifica el personal que debe realizar la inspección, para esto se utiliza la siguiente nomenclatura:

**Tabla 18. Nomenclatura para identificar el personal a cargo de las inspecciones**

<b>Personal</b>	<b>Nomenclatura</b>
Técnico mecánico	M
Técno eléctrico	E
Técnico Instrumentista	I
Técnico Soldador	S
Ayudante	A

Para determinar el número de personas requeridas para poner en práctica las labores de mantenimiento preventivo para la planta, se debe entonces estimar el tiempo de duración de cada inspección. En el manual de mantenimiento (Ver Anexo 3) se establece un tiempo de duración de cada inspección, el cual va

acorde con el nivel de complejidad de la tarea a realizar. Este tiempo por supuesto es una estimación y con la implementación del plan debe ajustarse según sea el caso.

En términos generales las inspecciones se distribuyen de la siguiente manera:

- Labores de limpieza. Hay ciertos sectores de la planta que son muy propensos a ensuciarse, por lo que es una actividad muy común en este plan de mantenimiento preventivo, los encargados de realizar esta actividad son los ayudantes.
- Inspecciones de elementos mecánicos en equipos. Cualquier inspección a elementos de transmisión como reductores, piñones, cadenas, acoples, roles, sistema hidráulico, lubricación, entre otros, será realizada por un técnico mecánico.
- Inspecciones en motores e instalación eléctrica. Cualquier inspección que involucre un motor eléctrico será asignada a un técnico electricista.
- Inspecciones en equipo de instrumentación. Cuando la inspección esté ligada a sensores, paneles y equipo de control automático será responsabilidad de los técnicos de instrumentación.
- Inspecciones a elementos estructurales y trabajos en soldadura. Cuando se busquen daños a nivel de estructuras, láminas corroídas, secciones golpeadas, cuchillas, rodillos, guías, etc., las realizará un técnico soldador

Una vez definidos los perfiles necesarios para la implementación del plan de mantenimiento preventivo y luego de contabilizar la cantidad de minutos necesarios por cada perfil, se puede estimar el costo asociado al plan de mantenimiento preventivo. En la Tabla 19 se resume la cantidad de minutos para cada técnico según el periodo de inspección establecido.

**Tabla 19. Tiempo en minutos requerido por el personal para realizar inspecciones de mantenimiento preventivo**

Detalle	Diario	Semanal	Quincenal	Mensual	Bimensual	Trimestral	Anual
Ayudante	10	165	130	255	80		
Eléctrico		35	230	735	20	15	885
Mecánico		110	280	1395	240	30	
2 Mecánicos				600			

Fuente: Elaboración propia

Si estos valores los multiplicamos por la frecuencia obtenemos el valor final total en minutos que se necesita por cada técnico, luego se multiplica por el costo promedio por hora para obtener una estimación del costo total por concepto de mano de obra, estos valores se resumen en la Tabla 20.

**Tabla 20. Resumen del costo por concepto de salarios para el plan de mantenimiento preventivo**

Técnico	Salario promedio por hora (₡)	Tiempo (hr)	Costo total (₡)
Ayudante	1276,00	306,00	390 455
Eléctrico	1639,50	287,00	470 535
Mecánico	1984,00	752,50	1 492 960

Fuente: Elaboración propia

#### 8.7.4 Materiales y repuestos para realizar el mantenimiento

A continuación se hace un listado de materiales y repuestos que la empresa debe mantener en inventario con el propósito de poner en funcionamiento el plan de mantenimiento preventivo, además se indica su costo aproximado.

**Tabla 21. Lista de materiales del área mecánica**

<b>Lista de repuestos área mecánica</b>	<b>Precio unitario (₡)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Total (₡)</b>
Filtro diesel	4 500	20	unid	90 000
Filtro motor	4 800	10	unid	48 000
Filtro aire	13 500	10	unid	135 000
Bushing Inox ¾" x ¼" NPT	1 605	10	unid	16 050
Bushing Inox ¾" x ½" NPT	1 360	10	unid	13 600
Codo 10 % Inox 1"	4 032	12	unid	48 384
Tee Inox Rosca 1"	2 277	12	unid	27 324
Manguera 10mm Azul cielo Poliuretano	2 652,56	50	m	132 628
Manguera 8mm Azul cielo Poliuretano	1 802,14	50	m	90 107
Manguera 6mm Azul cielo Poliuretano	801,21	50	m	40 060
Conexión rápida codo 16mm ½" PT de latón	8689,52	10	unid	86895
Manómetro ¼" NPT 0-160PSI 2"	12802,36	30	unid	384 071
Pega cadena doble RBZ (¾") Kana Japón	2800	3	unid	8 400
Calzas para torno SNMX 150708R- 90 IC	13260	80	unid	1 060 800
Segmentos abrasivos de piedras para cepillar, color vino tinto, 25x65x100mm	9 763,20	18	unid	175 738
Manguera hidráulica ¾"	9,765	40	m	390 600
Manguera hidráulica ½"	4500	60	m	270 000
Manguera hidráulica 1"	18000	40	m	720 000
Manguera hidráulica 1 ½"	23940	20	m	478 800
Acople hembra ¾ in JIC	5800	15	unid	87 000

Acople hembra 1/2 in JIC	3365	15	unid	50 475
Acople hembra 1 in JIC	9500	15	unid	142 500
Adaptador codo 90 macho a hembra JIC en 1"	7213	5	unid	36 065
Adaptador codo 90 macho a hembra JIC en 1/2"	5320	5	unid	26 600
Adaptador codo 90 macho a hembra JIC en 3/4"	4141	5	unid	20 705
Adaptador codo 90 macho a hembra JIC en 1 1/4"	33000	5	unid	165 000
Adaptador macho de 1/2" NPT a 1/2"	1510	5	unid	7 550
Adaptador macho de 3/4" NPT a 3/4"	2632	5	unid	13 160
Adaptador macho de 1" NPT a 1"	2870	5	unid	14 350
Adaptador macho de 1 1/4" NPT a 1 1/4" JIC	6170	5	unid	30 850
Válvula de alivio 3/4" de 500 a 3000 psi	72000	3	unid	216 000
Válvula divisora 3/4" de flujo porcentual	135000	3	unid	405 000
Juego de cuchillas para PER02	94298	64	unid	6 035 072
Juego de cuchillas para BAR15	62092	48	unid	2 980 416
Juego de martillos	23465	10	unid	234 650
Soldadura 6011 en 1/8"	2700	100	kg	270 000
Soldadura 7018 en 1/8"	1421	100	kg	1 421 000
Soldadura 6013 en 1/8"	2158	100	kg	2 158 000
Soldadura para acero inoxidable 316L-16 1/8"	9360	50	kg	468 000
Soldadura eutectic teromatec 7/64 oA4601 (cuchillas) rollo 25 kgs	372400	2	kg	744 800
Cadena 2RC140 doble con pasador	162000	5	unid	810 000

Cadena 2RC160 doble con pasador	125000	5	unid	625 000
Cable de acero 5/8"	2745	150	m	411 750
Cable de acero 1 ¼"	4000	30	m	120 000
Rodamientos para cajas reductoras	230000	10	unid	2 300 000

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 22. Lista de materiales del área eléctrica**

<b>Lista de repuestos área eléctrica</b>	<b>Precio unitario (₡)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Total (₡)</b>
Jumper atornillable 6mm distancia entre centros 10 polos	2 072,45	5	unid	10 362
Gabinete de montaje en pared IP66 TYPE 12/4 acero inoxidable 400x300x210mm	170 435,85	2	unid	340 872
Gabinete de montaje en pared IP66 TYPE 12/4 acero inoxidable 600x400x210mm	235 138,71	2	unid	470 277
Bloque contactos auxiliares para contactor, montaje frontal 2NA 2NC	16 726,46	5	unid	83 632
Botón paro de emergencia, plástico, hongo, 40mm, desbloqueo al rotar.	11 134,66	10	unid	111 347
Enclavamiento montaje plástico para operador 22,5mm	1 457,79	5	unid	7 289
Bloque de contacto 1NC atornillable para operador 22,5mm	3 307,22	5	unid	16 536
Caja plástica gris un agujero 22,5mm	17 041,95	3	unid	51 126
Sensor final de carrera de precisión con accionamiento por pata pequeña	27 066,95	10	unid	270 670
Protectores suplementarios 2 polos 10 A	39 887,85	10	unid	398 879
Cable THHN #12	169,56	500	m	84 780
Cable THHN #10	285,45	500	m	142 725
Cable THHN #8	528	300	m	158 400
Cable THHN #6	938	300	m	281 400

Cable THHN #4	1511	300	m	453 300
Cable THHN #2	3800	100	m	380 000
Tubo EMT ul ½"	1222,23	10	unid	12 222
Conector EMT presión ½"	138,89	12	unid	1 667
Unión EMT presión ½"	194,45	14	unid	2 722
Gaza EMT doble ojo ½"	44,45	20	unid	889
Caja rectangular uso pesado	444,45	3	unid	1 333
Toma corriente doble 110V, 15ª	2000,00	3	unid	6 000
Placa metálica para tomacorriente doble	777,78	3	unid	2 333
Breaker tipo CH 1 Polo 20A	6020,66	5	unid	30 103
Breaker trifásico 100A, 600V.	111708	2	unid	223 416
Metros de tubería BX Forrado PVC ½"	850	10	m	8 500
Conector para BX Forrado PVC ½"	3188,90	10	unid	31 889
Arrancador contactor nema 3	187810	2	unid	375 620
Protección térmica sobrecarga H2020-3	23733	3	unid	71 199
Tubo fluorescente de 96" , 1pin	2780	3	unid	8 340
Tubo HG 1" por 10ft	4200	20	unid	84 000
Tubo HG 2"	7232	20	unid	144 640
Tape 3M #33	2407	30	unid	72 210
Tape 3M 130C	7707	10	unid	77 070

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 23. Lista de lubricantes**

<b>Lista de repuestos área eléctrica</b>	<b>Precio unitario (₡)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Total (₡)</b>
Grasa SKF LGHB 2/18	15 871	543	kg	8 617 953
Grasa Mobiltac MM	3 488	543	kg	1 893 984
Aceite Akron Engranés Compuestos 3A (ISO 220)	6 215,64	495	gal	3 076 742
Aceite Hydraulic AW 68	5 933,18	495	gal	2 936 924

Fuente: Elaboración propia

### **8.8 Cronograma de inspecciones para el periodo anual**

Una vez que se cuenta con la totalidad de las inspecciones por máquina, por frecuencia y por periodo, se puede hacer un cronograma con todas las inspecciones debidamente programadas para el horizonte de 52 semanas estipulado. En el anexo 2. se presenta el cronograma de las inspecciones a realizar al plazo de un año.

## 9. Análisis económico del proyecto

Para efectos de contabilizar el costo monetario del plan de mantenimiento preventivo, en esta sección se resume los costos mencionados en las secciones anteriores.

**Tabla 24. Resumen de costos por concepto del plan de mantenimiento preventivo para la empresa Metal Gypsum CR**

Detalle	Costo estimado (₡)
Salarios de personal	2 353 950 ₡
Materiales área mecánica	24 010 400 ₡
Materiales área eléctrica	4 418 748 ₡
Lubricantes	16 525 603 ₡
Total	47 308 701 ₡

Fuente: Elaboración propia

La implementación de este proyecto abarca un ciclo anual para la realización de inspecciones e implica varios costos, 2 350 000 ₡ en salarios de personal para realizar inspecciones, 24 010 000 ₡ en materiales del área mecánica necesarios en bodega, 4 420 000 ₡ en materiales del área eléctrica necesarios en bodega, 16 530 000 ₡ en lubricantes y 20% de gastos no previstos; estos costos implica un costo total anual de 47 310 000 ₡ + 20% = 56 772 000 ₡. Por otro lado el ahorro se va a generar un ahorro por el incremento de la disponibilidad de acuerdo a la prevención de fallas funcionales en cada máquina. Cada máquina tiene un cierto porcentaje de indisponibilidad debido a fallas funcionales, al aplicar el plan de mantenimiento preventivo y una vez que se cumpla un ciclo del plan de mantenimiento preventivo la disponibilidad global de la máquina aumenta, ya que se elimina el porcentaje de indisponibilidad. Al alcanzar la meta de disponibilidad luego de un año, las 5 máquinas empiezan a generar ganancias debido al tiempo que se ha dejado de perder.

- Perling #2 genera ganancias 2 988 000 ₡ semanales correspondiente a 3,72 horas por semana

- Barbieri #15 genera ganancias 1 008 000 ¢ semanales correspondiente a 1,36 horas por semana
- Tubo #1 genera ganancias 2 965 000 ¢ semanales correspondiente a 3,49 horas por semana
- Tubo #2 genera ganancias 2 260 000 ¢ semanales correspondiente a 2,66 horas por semana
- Slitter no genera ganancia monetaria pero si ayuda a agilizar la producción y a mantener la bodega con la materia prima necesaria.

La ganancia total semanal es de 9 221 000 ¢ por lo que si consideramos el primer año de implementación como una herramienta para alcanzar el nivel de disponibilidad deseado, procederíamos a calcular el retorno de inversión del proyecto tras dos años; por lo que la inversión total sería de 56 772 000 ¢ x 2 = 113 544 000 ¢ y con nuestra ganancia semanal de 9 221 000 ¢, la inversión del proyecto se recuperaría en 12 semanas es decir al cabo de 3 meses, a esto hay que añadirle el primer año para alcanzar el nivel de disponibilidad. En resumen el retorno de inversión del proyecto sería al plazo de 15 meses con una ganancia semanal de 9 221 000 ¢.

## 10. Conclusiones

- Al aplicar el manual de mantenimiento preventivo, la disponibilidad futura de la máquina aumenta, ya que se estaría realizando mantenimiento constante en la máquina y las fallas funcionales son eliminadas.
- La disponibilidad mejora si se realiza una retroalimentación con los resultados del plan, es decir una mejora continua.
- El personal de mantenimiento ha implementado nuevas formas de realizar el mantenimiento, utilizando como herramienta el mantenimiento preventivo.
- En un departamento de mantenimiento no se pueden ejecutar proyectos eficazmente ni tomar decisiones de cambio sin antes organizar la documentación del departamento.
- El personal de operación de la planta se ha involucrado en los procesos de toma de decisiones y realización de mantenimiento.
- El departamento mejoró su organización y recolección de datos mediante nuevas prácticas y documentación de mantenimiento.
- Al alcanzar el punto de disponibilidad propuesto, las ganancias semanales de la empresa son fructíferas debido al tiempo de paro que se ha reducido. Las ganancias semanales corresponden a 9 220 000 ₡ y de acuerdo a la relación costo-beneficio el retorno de inversión del proyecto es de 15 meses.
- Con la realización correcta de inspecciones proactivas se incrementa la vida de los equipos y su confiabilidad.
- Una vez el plan se encuentre en proceso la mantenibilidad de los equipos aumenta.
- Las decisiones para la mejora de mantenimiento deben estar ligadas al beneficio de la producción y viceversa.
- Al aplicar el manual de mantenimiento preventivo se produce un ahorro de 22 horas semanales.

## 11. Recomendaciones

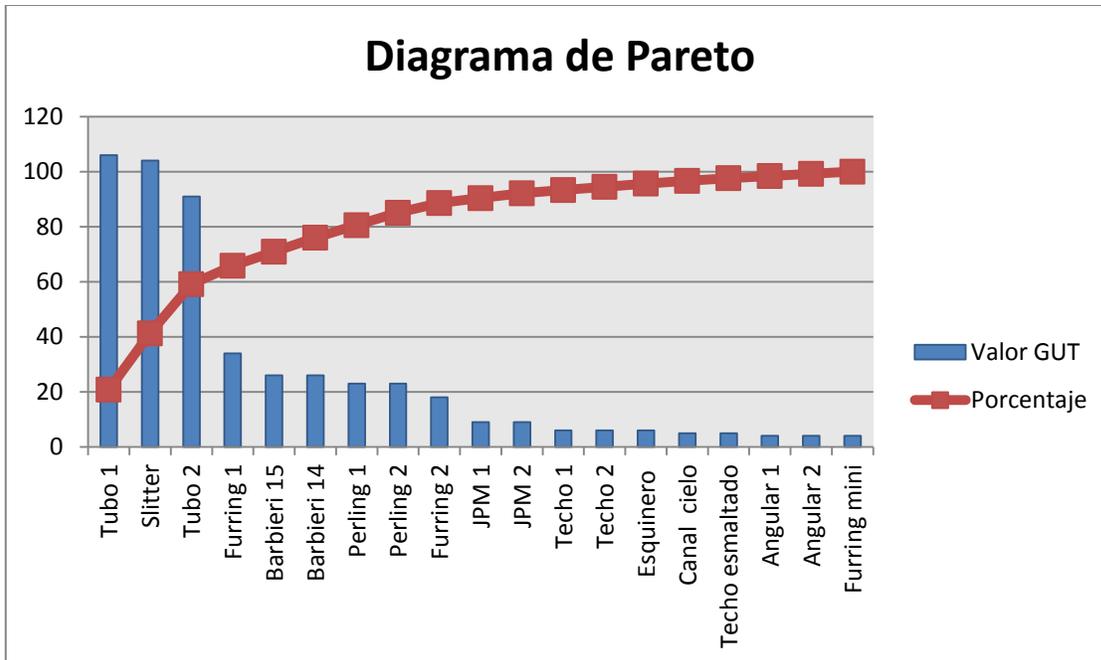
- Es de suma importancia realizar una mejora continua al PMP mediante un proceso de retroalimentación, una vez esté implementado.
- La logística de la empresa y la producción requiere especial atención, ya que tiende a dificultar los procesos de producción y mantenimiento.
- Así como se ataca la crisis de disponibilidad en las máquinas desde el foco de mantenimiento, debe realizarse desde otras áreas.
- El departamento de mantenimiento debe ir incrementando mediante la planta crece, por lo que se sugiere revisar la necesidad de contratar más personal de mantenimiento.
- Es necesario que el departamento de producción esté debidamente estructurado y organizado para que el dialogo entre los dos departamentos sea óptimo.
- La creación de una base de datos digital es una herramienta muy importante, para la recolección y almacenaje de datos históricos, además proporciona un fácil acceso y orden para el departamento de mantenimiento.

## 12. Bibliografía

- Carvajal, J. (2014). *Mantenimiento Productivo Total*. Editorial Tecnológica.
- *Diagrama Causa y Efecto*. (s.f.). Obtenido de [http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/herramientas\\_calidad/causaefecto.htm](http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/herramientas_calidad/causaefecto.htm)
- Garrido, S. G. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid: Ediciones Días de Santos.
- Gutiérrez, A. (2009). *Mantenimiento, planeación, ejecución y control*. Mexico: Alfaomega.
- *Mantenimiento Productivo Total*. (s.f.). Obtenido de <http://www.pacofrio.com/mpt/Lecciontpm2b.html>
- Pistarelli, A. J. (2010). *Manual de mantenimiento predictivo. Ingeniería, gestión y operación*. Buenos Aires.
- Prando, R. (1996). *Manual de Gestión de Mantenimiento a la medida*. Piedra Santa, S.A.
- Raouf, D. D. (2000). *Sistemas de mantenimiento*. Mexico D.F.: Lymusa S.A.
- Renovatec. (2014). *Plan de Mantenimiento Basado en RCM*. Obtenido de <http://ingenieriadelmantenimiento.com/index.php/plan-de-mantenimiento-basado-en-rcm/9-estrategias-de-mantenimiento>.
- Sánchez, J. (2004). *Diseño Conceptual de Bases de Datos, guía de aprendizaje*. Obtenido de <http://www.jorgesanchez.net>
- *Seis Grandes Pérdidas Mantenimiento Productivo Total*. (s.f.). Obtenido de <http://www.pacofrio.com/mpt/Lecciontpm2b.html>
- Tavares, L. (2000). *Administración Moderna de Mantenimiento*.

## 13. Anexos

### 13.1 Anexo 1. Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia



### 13.3 Anexo 3. Manual de mantenimiento preventivo

# MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
Fecha de elaboración:						
Empresa: Metal Gypsum CR SA						
Planta: Calle Blancos						
Área: Línea de Perfil C						
Máquina: Perling #2		Código: PER02	Hoja 1 de 3			
No.	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	TEC	
<b>Parte: Porta-rollos</b>						
1	Limpiar el mandril internamente, revisar el estado de engrase del mandril. Corregir si es necesario.	BI	6	60	1M	
2	Limpiar la superficie externa del portarrollos y el mandril. Corregir si es necesario.	Q	24	5	1A	
3	Verificar que los tornillos de las muelas se encuentren ajustados, corroborar que no se encuentre ningún elemento flojo. Corregir si es necesario.	Q	24	5	1M	
4	Verificar que no haya fugas de aire en las mangueras de las válvulas del freno. Informar.	Q	24	5	1M	
5	Verificar que el ajuste de los tornillos en la base del portarrollos sea el adecuado. Informar.	M	12	5	1M	
<b>Parte: Mesa de formado</b>						
6	Verificar el estado de los ejes, corroborar que no haya un eje quebrado o fisurado, que no se encuentren flojos y que tengan tracción. Informar.	M	12	5	1M	
7	Verificar que los roles de los ejes y las torres giren adecuadamente sin estar trabados. Informar.	M	12	10	1M	
8	Revisar el estado de engrase de las torres. Corregir si es necesario.	BI	6	20	1M	
9	Limpiar el codificador rotatorio con dieléctrico. Corregir si es necesario.	Q	24	10	1E	
10	Revisar que no haya imperfecciones ni deterioro de las guías, rodillos, trompos de ajuste y barra roscada. Informar.	M	12	10	1M	
11	Verificar el deslizamiento de los rieles y corroborar que no estén trabados. Informar.	M	12	5	1M	
12	Revisar la tensión el estado físico de las fajas. Informar	TR	4	10	1M	
13	Verificar que el acople del piñón con la cadena (entre torre y torre) esté bien ajustado. Corregir si es necesario.	M	12	5	1M	
14	Revisar el estado de las coronas, espaciadores, ejes internos, tuercas de eje, tornillos y piñones correspondiente al sistema de transmisión. Informar.	M	12	15	1M	

Máquina: Perling #2		Código: PER02	Hoja 2 de 3			
No.	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	TEC	
15	Limpiar los ejes, las guías y el rodillaje. Corregir si es necesario.	D	312	10	1A	
16	Limpiar la superficie de la mesa. Corregir si es necesario.	Q	24	10	1A	
17	Limpiar el área bajo el rodillaje. Corregir si es necesario.	S	52	15	1A	
18	Revisar visual y auditivamente que las cajas reductoras no presenten fugas, no se encuentren trabadas y no presenten ruidos extraños.	M	12	10	1M	
<b>Parte: Sistema de corte</b>						
19	Verificar el deslizamiento de los rieles y corroborar que no estén trabados y los balines se encuentren en buen estado. Informar.	Q	24	5	1M	
20	Limpiar los rieles de deslizamiento. Corregir si es necesario.	S	52	5	1A	
21	Verificar que no existan fugas en las uniones, las mangueras de alimentación y de retorno. Informar.	S	52	5	1M	
22	Revisar roles de las poleas del servomotor, así como la faja en la mesa de corte. Informar.	A	2	5	1E	
23	Revisar la caja de cuchillas que no están en funcionamiento, verificar que las cuchillas tengan filo y estén completas. Informar.	Q	24	5	1M	
<b>Parte: Sistema hidráulico</b>						
25	Revisar el nivel de aceite de la bomba hidráulica. Informar.	S	52	5	1A	
26	Verificar el apriete de acoples en las mangueras de la bomba. Corregir si es necesario.	S	52	5	1A	
27	Verificar visualmente que no existan fugas de aceite en el bloque hidráulico, el acumulador hidráulico o cualquier otro elemento del sistema. Informar.	S	52	5	1M	
28	Limpiar la superficie del bloque hidráulico y el acumulador hidráulico.	S	52	5	1A	
<b>Parte: Sistema de empaque</b>						
29	Verificar que la flejeadora manual esté funcionando correctamente y no posea ningún tipo de golpe o deformación. Informar.	M	12	5	1A	
30	Limpiar la superficie de la flejeadora manual.	Q	24	5	1A	
<b>Parte: Mesa de arrastre</b>						
31	Verificar que no existan fugas en mangueras de los pistones. Informar.	S	52	5	1M	
32	Revisar el estado y correcto funcionamiento de los pistones. Informar.	M	12	15	1M	
33	Verificar el estado de desgaste de los engranes. Informar.	M	12	5	1M	

Máquina: Perling #2		Código: PER02		Hoja 3 de 3		
No.	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	TEC	
34	Revisar el estado de engrase de la muñonera y cadena. Corregir si es necesario.	BI	6	10	1M	
35	Verificar que no haya elementos trabados en la transmisión y todos los elementos giren normalmente. Informar.	M	12	5	1M	
<b>Parte: Sistema eléctrico-control</b>						
36	Limpiar el gabinete y verificar que la pantalla se encuentre en perfecto estado. Corregir si es necesario.	Q	24	15	1E	
37	Revisar el estado del variador y sus terminales, verificar que no existan elementos derretidos o recalentamiento. Informar.	M	12	5	1E	
38	Verificar que el paro de emergencia esté funcionando correctamente. Informar.	M	12	5	1E	
39	Revisar el cableado de la máquina, verificar que todos los cables estén debidamente agrupados, protegidos y ubicados de forma segura. Corregir si es necesario.	M	12	15	1E	
40	Limpiar la parte exterior del motor y las fajas para remover polvo y suciedad. (Motor de la mesa de arrastre, motor de la mesa de formado y servomotor). Utilizar un trapo seco. Corregir si es necesario.	S	52	60	1A	
41	Revisar el estado y limpiar internamente el motor de la mesa de arrastre, asegurarse de que no existan vibraciones o ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos. Corregir si es necesario.	A	1	30	1E	
42	Revisar el estado y limpiar internamente el motor de la mesa de formado, asegurarse de que no existan vibraciones o ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos. Corregir si es necesario.	A	1	60	1E	
<p>PER=Periodo de las inspecciones (T=Turno, D=Diario, S=Semanal, Q=Quincenal, M=Mensual, BI=Bimensual, TR=Trimestral, C=Cuatrimestral, E=Semestral, A=Anual). FRE=Frecuencia para un horizonte de 52 semanas. DUR=Tiempo de duración de la inspección en minutos. TEC=Técnico asignado al trabajo (M=Mecánico, E=Eléctrico, S=Soldador, A=Ayudante, I=Instrumentista)</p>						

FORMULARIO PARA INSPECCIONES DIARIAS									
Máquina: PER02					Semana: ___/___/___ al ___/___/___				
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___							Hoja 1 de 1		
No.	INSPECCIÓN	L	K	M	J	V	S	D	TEC
<b>Parte: Mesa de formado</b>									
15	Limpiar los ejes, las guías y el rodillaje. Corregir si es necesario.								1A
<b>OBSERVACIONES</b>		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>							
		L							Firma de responsable
		K							
		M							
		J							
		V							
		S							
		D							

<b>FORMULARIO PARA INSPECCIONES SEMANALES</b>			
Máquina: PER02		Semana: ___/___/___ al ___/___/___	
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___			Hoja 1 de 1
<b>No.</b>	<b>INSPECCIÓN</b>	<b>ESTADO</b>	<b>TEC</b>
<b><u>Parte: Mesa de formado</u></b>			
17	Limpiar el área bajo el rodillaje. Corregir si es necesario.		1A
<b><u>Parte: Sistema de corte</u></b>			
20	Limpiar los rieles de deslizamiento. Corregir si es necesario.		1A
21	Verificar que no existan fugas en las uniones, las mangueras de alimentación y de retorno. Informar.		1M
<b><u>Parte: Sistema de corte</u></b>			
25	Revisar el nivel de aceite de la bomba hidráulica. Informar.		1A
26	Verificar el apriete de acoples en las mangueras de la bomba. Corregir si es necesario.		1A
27	Verificar visualmente que no existan fugas de aceite en el bloque hidráulico, el acumulador hidráulico o cualquier otro elemento del sistema. Informar.		1M
28	Limpiar la superficie del bloque hidráulico y el acumulador hidráulico.		1A
<b><u>Parte: Sistema de corte</u></b>			
31	Verificar que no existan fugas en mangueras de los pistones. Informar.		1M
<b><u>Parte: Sistema de eléctrico-control</u></b>			
40	Limpiar la parte exterior del motor y las fajas para remover polvo y suciedad. (Motor de la mesa de arrastre, motor de la mesa de formado y servomotor). Utilizar un trapo seco. Corregir si es necesario.		1A
<b>OBSERVACIONES</b>		<b>FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___</b>	
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>	
		Firma del responsable	

FORMULARIO PARA INSPECCIONES QUINCENALES Y MENSUALES					
Máquina: PER02					
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___					Hoja 1 de 3
No.	INSPECCIÓN	Q1	Q2	M	TEC
<b>Parte: Porta-rollos</b>					
2	Limpia la superficie externa del portarrollos y el mandril. Corregir si es necesario.				1A
3	Verificar que los tornillos de las muelas se encuentren ajustados, corroborar que no se encuentre ningún elemento flojo. Corregir si es necesario.				1M
4	Verificar que no haya fugas de aire en las mangueras de las válvulas del freno. Informar.				1M
5	Verificar que el ajuste de los tornillos en la base del portarrollos sea el adecuado. Informar.				1M
<b>Parte: Mesa de formado</b>					
6	Verificar el estado de los ejes, corroborar que no haya un eje quebrado o fisurado, que no se encuentren flojos y que tengan tracción. Informar.				1M
7	Verificar que los roles de los ejes y las torres giren adecuadamente sin estar trabados. Informar.				1M
9	Limpia el codificador rotatorio con dieléctrico. Corregir si es necesario.				1E
10	Revisar que no haya imperfecciones ni deterioro de las guías, rodillos, trompos de ajuste y barra roscada. Informar.				1M
11	Verificar el deslizamiento de los rieles y corroborar que no estén trabados. Informar.				1M
13	Verificar que el acople del piñón con la cadena (entre torre y torre) esté bien ajustado. Corregir si es necesario.				1M
14	Revisar el estado de las coronas, espaciadores, ejes internos, tuercas de eje, tornillos y piñones correspondiente al sistema de transmisión. Informar.				1M
16	Limpia la superficie de la mesa. Corregir si es necesario.				1A
18	Revisar visual y auditivamente que las cajas reductoras no presenten fugas, no se encuentren trabadas y no presenten ruidos				1M

	extraños.				
--	-----------	--	--	--	--

Máquina: PER02				
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___				Hoja 2 de 3
<b>Parte: Sistema de corte</b>				
19	Verificar el deslizamiento de los rieles y corroborar que no estén trabados y los balines se encuentren en buen estado. Informar.			1M
23	Revisar la caja de cuchillas que no están en funcionamiento, verificar que las cuchillas tengan filo y estén completas. Informar.			1M
<b>Parte: Sistema de empaque</b>				
29	Verificar que la flejeadora manual esté funcionando correctamente y no posea ningún tipo de golpe o deformación. Informar.			1A
30	Limpiar la superficie de la flejeadora manual.			1A
<b>Parte: Mesa de arrastre</b>				
32	Revisar el estado y correcto funcionamiento de los pistones. Informar.			1M
33	Verificar el estado de desgaste de los engranes. Informar.			1M
35	Verificar que no haya elementos trabados en la transmisión y todos los elementos giren normalmente. Informar.			1M
<b>Parte: Sistema eléctrico-control</b>				
36	Limpiar el gabinete y verificar que la pantalla se encuentre en perfecto estado. Corregir si es necesario.			1E
37	Revisar el estado del variador y sus terminales, verificar que no existan elementos derretidos o recalentamiento. Informar.			1E
38	Verificar que el paro de emergencia esté funcionando correctamente. Informar.			1E
39	Revisar el cableado de la máquina, verificar que todos los cables estén debidamente agrupados, protegidos y ubicados de forma segura. Corregir si es necesario.			1E
<b>OBSERVACIONES QUINCENA 1</b>		<b>FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___</b>		
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>		
		Firma del responsable		

Máquina: PER02	
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___	Hoja 3 de 3
<b>OBSERVACIONES QUINCENA 2</b>	<b>FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___</b>
	<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>
	Firma del responsable
<b>OBSERVACIONES MES</b>	<b>FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___</b>
	<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>
	Firma del responsable

FORMULARIO PARA INSPECCIONES BIMENSUALES								
Máquina: PER02								
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___							Hoja 1 de 1	
No.	INSPECCIÓN	B1	B2	B3	B4	B5	B6	TEC
<b>Parte: Porta-rollos</b>								
1	Limpiar el mandril internamente, revisar el estado de engrase del mandril. Corregir si es necesario.							1M
<b>Parte: Mesa de formado</b>								
8	Revisar el estado de engrase de las torres. Corregir si es necesario.							1M
<b>Parte: Mesa de arrastre</b>								
34	Revisar el estado de engrase de la muñonera y cadena. Corregir si es necesario.							1M
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>						
		<b>(B1) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						
		<b>(B2) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						
		<b>(B3) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						
		<b>(B4) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						
		<b>(B5) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						
		<b>(B6) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						

	Firma del responsable
--	-----------------------

<b>FORMULARIO PARA INSPECCIONES TRIMESTRALES</b>						
Máquina: PER02						
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___					Hoja 1 de 1	
No.	INSPECCIÓN	TR1	TR2	TR3	TR4	TEC
<b>Parte: Mesa de formado</b>						
12	Revisar la tensión el estado físico de las fajas. Informar					1M
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>				
		<b>(TR1) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___				
		Firma del responsable				
		<b>(TR2) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___				
		Firma del responsable				
		<b>(TR3) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___				
		Firma del responsable				
		<b>(TR4) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___				

FORMULARIO PARA INSPECCIONES SEMESTRALES Y ANUALES					
Máquina: PER02					
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___				Hoja 1 de 1	
No.	INSPECCIÓN	E1	E2	A	TEC
<b>Parte: Sistema de corte</b>					
22	Revisar roles de las poleas del servomotor, así como la faja en la mesa de corte. Informar.				1E
<b>Parte: Sistema eléctrico-control</b>					
41	Revisar el estado y limpiar internamente el motor de la mesa de arrastre, asegurarse de que no existan vibraciones o ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos. Corregir si es necesario.				1E
42	Revisar el estado y limpiar internamente el motor de la mesa de formado, asegurarse de que no existan vibraciones o ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos. Corregir si es necesario.				1E
<b>OBSERVACIONES SEMESTRE 1</b>		FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___			
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>			
		Firma del responsable			
<b>OBSERVACIONES SEMESTRE 2</b>		FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___			
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>			
		Firma del responsable			
<b>OBSERVACIONES AÑO</b>		FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___			
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>			
		Firma del responsable			

**MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Fecha de elaboración:					
Empresa: Metal Gypsum CR SA					
Planta: Calle Blancos					
Área: Línea de Corte					
Máquina: Slitter		Código: SLI01	Hoja 1 de 3		
No.	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	TEC
<b>Parte: Sistema eléctrico-control</b>					
1	Limpiar a profundidad el gabinete principal, revisar y soplar todos los componentes. Corregir si es necesario.	S	52	15	1E
2	Limpiar el panel de control, socar cables y revisar botoneras. Corregir si es necesario.	S	52	5	1E
3	Revisar el estado y limpiar internamente el motor del mandril embobinador, asegurarse de que no existan ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos. Corregir si es necesario.	A	1	60	1E
4	Revisar el estado y limpiar internamente el motor del portabobinas, asegurarse de que no existan ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos. Corregir si es necesario.	A	1	60	1E
5	Revisar el estado y limpiar internamente el motor de la mesa de corte, asegurarse de que no existan ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos. Corregir si es necesario.	A	1	60	1E
6	Revisar el cableado de la máquina, verificar que todos los cables estén debidamente agrupados, protegidos y ubicados de forma segura. Corregir si es necesario.	M	12	10	1E
7	Realizar una limpieza detallada al gabinete de control principal y sus componentes, además revisar el cableado y resocar los elementos para que permanezcan bien ajustados. Corregir si es necesario.	M	12	30	1E
8	Revisar el estado del panel de control, verificar el correcto funcionamiento de las botoneras, luces y los controles de temperatura. Informar.	M	12	15	1E
9	Revisar la continuidad de las acometidas, así como los amperajes que presentan. Informar.	BI	6	20	1E
<b>Parte: Mandril embobinador</b>					
10	Verificar que los pistones trabajen correctamente y revisar el estado de las guías de flejes. Informar.	M	12	5	1M
11	Verificar que no existan fugas de aire en el block de válvulas, las mangueras neumáticas o en las uniones. Informar.	M	12	10	1A

Máquina: Slitter		Código: SLI01	Hoja 2 de 3			
No.	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	TEC	
12	Verificar que no existen fugas de aceite en el sistema hidráulico y sus componentes. Corregir si es necesario.	M	12	5	1A	
13	Soplar el filtro del motor principal. Corregir si es necesario	D	312	20	1M	
14	Limpiar el filtro del motor principal. Corregir si es necesario.	S	52	30	1M	
15	Limpiar la unidad hidráulica y sus componentes. Corregir si es necesario.	M	12	20	1M	
<b><u>Parte: Recolector de scrap</u></b>						
16	Limpiar a profundidad el intercambiador-radiador. Corregir si es necesario.	S	52	20	1M	
17	Revisar que el sistema hidráulico opere correctamente, además verificar que las electroválvulas y sus demás componentes no presenten fugas de aceite. Informar.	Q	24	5	1M	
18	Revisar que el sistema neumático opere correctamente, además verificar que las mangueras y sus demás componentes no presenten fugas de aire. Informar.	Q	24	10	1M	
19	Limpiar la unidad hidráulica y sus componentes. Corregir si es necesario.	M	12	20	1M	
<b><u>Parte: Rodillos guía de altura</u></b>						
20	Revisar el estado de la barra roscada, las columnas y los roles. Informar.	BI	6	60	1A	
21	Limpiar la barra roscada, las columnas y los roles. Corregir si es necesario.	Q	24	10	1M	
22	Verificar que no existan fugas de aire en los pistones y mangueras neumáticas. Informar.	Q	24	5	1A	
<b><u>Parte: Sistema de frenado</u></b>						
23	Revisar el estado del eje principal, las muñoneras y los piñones. Informar.	M	12	5	1A	
24	Verificar que no existan mangueras reventadas y que no existan fugas de aire. Informar	Q	24	10	1A	
25	Revisar el estado de las fibras. Corregir si es necesario.	M	12	5	1M	
26	Limpiar el radiador a profundidad. Corregir si es necesario.	S	52	15	1E	
27	Verificar visualmente que la bomba de agua opere en condiciones normales, que no existan ruidos o vibraciones anómalas.	M	12	5	1M	
<b><u>Parte: Porta-bobinas y mandril porta-bobinas</u></b>						
28	Revisar que el sistema neumático opere correctamente, además verificar que las electroválvulas, mangueras y sus demás componentes no presenten fugas de aire. Informar.	Q	24	5	1M	

Máquina: Slitter		Código: SLI01	Hoja 3 de 3			
No.	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	TEC	
29	Revisar que el sistema hidráulico opere correctamente, además verificar que el bloque, bomba, electroválvulas y mangueras, no presenten fugas de aceite. Informar.	Q	24	10	1M	
30	Verificar el estado del pistón que abre y cierra. Informar.	M	12	5	1A	
31	Corroborar que el carro se desplace normalmente, asegurarse de que haya giro al desplazar y no haya roles, ruedas o algún elemento trabado. Informar.	M	12	5	1M	
32	Limpiar la unidad hidráulica y sus componentes. Corregir si es necesario.	Q	24	20	1M	
<b>Parte: Estructura de la máquina</b>						
33	Realizar una limpieza superficial a toda la estructura y todos los componentes de las partes y subpartes de la máquina (carcazas, rodillos, mangueras, entre otros elementos). Corregir si es necesario.	M	12	120	1A	
34	Revisar y socar el ajuste de la tornillería de la máquina en su totalidad. Corregir si es necesario.	BI	6	30	1M	
<b>Parte: Mesa de corte</b>						
35	Verificar que las cadenas y los acoples de las cajas a los rodillos estén en perfecto estado y no se encuentren flojos. Informar.	M	12	10	1M	
36	Revisar el estado físico y el funcionamiento de los reductores de torre y las muñoneras. Informar.	M	12	10	1M	
37	Limpiar en detalle los elementos correspondientes al sistema de transmisión. Corregir si es necesario.	S	52	20	1M	
38	Revisar que el sistema neumático de los pistones de los rodillos de salida opere correctamente, además verificar que los componentes no presenten fugas de aire. Informar.	Q	24	10	1M	
<p>PER=Periodo de las inspecciones (T=Turno, D=Diario, S=Semanal, Q=Quincenal, M=Mensual, BI=Bimensual, TR=Trimestral, C=Cuatrimstral, E=Semestral, A=Anual). FRE=Frecuencia para un horizonte de 52 semanas. DUR=Tiempp de duración de la inspección en minutos. TEC=Técnico asignado al trabajo (M=Mecánico, E=Eléctrico, S=Soldador, A=Ayudante, I=Instrumentista)</p>						

FORMULARIO PARA INSPECCIONES DIARIAS									
Máquina: SLI01					Semana: ___/___/___ al ___/___/___				
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___							Hoja 1 de 1		
No.	INSPECCIÓN	L	K	M	J	V	S	D	TEC
<b>Parte: Mandril embobinador</b>									
13	Soplar el filtro del motor principal. Corregir si es necesario								1M
<b>OBSERVACIONES</b>		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>							
		L							Firma de responsable
		K							
		M							
		J							
		V							
		S							
		D							

<b>FORMULARIO PARA INSPECCIONES SEMANALES</b>			
Máquina: SLI01		Semana: ___/___/___ al ___/___/___	
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___			Hoja 1 de 1
<b>No.</b>	<b>INSPECCIÓN</b>	<b>ESTADO</b>	<b>TEC</b>
<b><u>Parte: Sistema eléctrico-control</u></b>			
1	Limpiar a profundidad el gabinete principal, revisar y soplar todos los componentes. Corregir si es necesario.		1E
2	Limpiar el panel de control, socar cables y revisar botoneras. Corregir si es necesario.		1E
<b><u>Parte: Mandril embobinador</u></b>			
14	Limpiar el filtro del motor principal. Corregir si es necesario.		1M
<b><u>Parte: Recolector de scrap</u></b>			
16	Limpiar a profundidad el intercambiador-radiador. Corregir si es necesario.		1M
<b><u>Parte: Sistema de frenado</u></b>			
26	Limpiar el radiador a profundidad. Corregir si es necesario.		1E
<b><u>Parte: Mesa de corte</u></b>			
37	Limpiar en detalle los elementos correspondientes al sistema de transmisión. Corregir si es necesario.		1M
<b>OBSERVACIONES</b>		<b>FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___</b>	
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>	
		Firma del responsable	

FORMULARIO PARA INSPECCIONES QUINCENALES Y MENSUALES					
Máquina: SLI01					
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___					Hoja 1 de 3
No.	INSPECCIÓN	Q1	Q2	M	TEC
<b>Parte: Sistema eléctrico-control</b>					
6	Revisar el cableado de la máquina, verificar que todos los cables estén debidamente agrupados, protegidos y ubicados de forma segura. Corregir si es necesario.				1E
7	Realizar una limpieza detallada al gabinete de control principal y sus componentes, además revisar el cableado y resocar los elementos para que permanezcan bien ajustados. Corregir si es necesario.				1E
8	Revisar el estado del panel de control, verificar el correcto funcionamiento de las botoneras, luces y los controles de temperatura. Informar.				1E
<b>Parte: Mandril embobinador</b>					
10	Verificar que los pistones trabajen correctamente y revisar el estado de las guías de flejes. Informar.				1M
11	Verificar que no existan fugas de aire en el block de válvulas, las mangueras neumáticas o en las uniones. Informar.				1A
12	Verificar que no existen fugas de aceite en el sistema hidráulico y sus componentes. Corregir si es necesario.				1A
15	Limpiar la unidad hidráulica y sus componentes. Corregir si es necesario.				1M
<b>Parte: Recolector de scrap</b>					
17	Revisar que el sistema hidráulico opere correctamente, además verificar que las electroválvulas y sus demás componentes no presenten fugas de aceite. Informar.				1M
18	Revisar que el sistema neumático opere correctamente, además verificar que las mangueras y sus demás componentes no presenten fugas de aire. Informar.				1M
19	Limpiar la unidad hidráulica y sus componentes. Corregir si es necesario.				1M
<b>Parte: Rodillos guía de altura</b>					
21	Limpiar la barra roscada, las columnas y los roles. Corregir si es necesario.				1M
22	Verificar que no existan fugas de aire en los pistones y mangueras neumáticas. Informar.				1A

Máquina: SLI01				
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___				Hoja 2 de 3
<b>Parte: Sistema de frenado</b>				
23	Revisar el estado del eje principal, las muñoneras y los piñones. Informar.			1A
24	Verificar que no existan mangueras reventadas y que no existan fugas de aire. Informar			1A
25	Revisar el estado de las fibras. Corregir si es necesario.			1M
27	Verificar visualmente que la bomba de agua opere en condiciones normales, que no existan ruidos o vibraciones anómalas.			1M
<b>Parte: Porta-bobinas y mandril porta-bobinas</b>				
28	Revisar que el sistema neumático opere correctamente, además verificar que las electroválvulas, mangueras y sus demás componentes no presenten fugas de aire. Informar.			1M
29	Revisar que el sistema hidráulico opere correctamente, además verificar que el bloque, bomba, electroválvulas y mangueras, no presenten fugas de aceite. Informar.			1M
30	Verificar el estado del pistón que abre y cierra. Informar.			1A
31	Corroborar que el carro se desplace normalmente, asegurarse de que haya giro al desplazar y no haya roles, ruedas o algún elemento trabado. Informar.			1M
32	Limpiar la unidad hidráulica y sus componentes. Corregir si es necesario.			1M
<b>Parte: Estructura de la máquina</b>				
33	Realizar una limpieza superficial a toda la estructura y todos los componentes de las partes y subpartes de la máquina (carcazas, rodillos, mangueras, entre otros elementos). Corregir si es necesario.			1A
<b>Parte: Mesa de corte</b>				
35	Verificar que las cadenas y los acoples de las cajas a los rodillos estén en perfecto estado y no se encuentren flojos. Informar.			1M
36	Revisar el estado físico y el funcionamiento de los reductores de torre y las muñoneras. Informar.			1M

Máquina: SLI01			
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___			Hoja 3 de 3
38	Revisar que el sistema neumático de los pistones de los rodillos de salida opere correctamente, además verificar que los componentes no presenten fugas de aire. Informar.		1M
<b>OBSERVACIONES QUINCENA 1</b>		<b>FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___</b>	
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>	
		Firma del responsable	
<b>OBSERVACIONES QUINCENA 2</b>		<b>FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___</b>	
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>	
		Firma del responsable	
<b>OBSERVACIONES MES</b>		<b>FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___</b>	
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>	
		Firma del responsable	

FORMULARIO PARA INSPECCIONES BIMENSUALES								
Máquina: SLI01								
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___							Hoja 1 de 1	
No.	INSPECCIÓN	B1	B2	B3	B4	B5	B6	TEC
<b>Parte: Sistema eléctrico-control</b>								
9	Revisar la continuidad de las acometidas, así como los amperajes que presentan. Informar.							1E
<b>Parte: Rodillos guía de altura</b>								
20	Revisar el estado de la barra roscada, las columnas y los roles. Informar.							1A
<b>Parte: Estructura de la máquina</b>								
34	Revisar y socar el ajuste de la tornillería de la máquina en su totalidad. Corregir si es necesario.							1M
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>						
		<b>(B1) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						
		<b>(B2) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						
		<b>(B3) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						
		<b>(B4) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						
		<b>(B5) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						
		<b>(B6) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						

FORMULARIO PARA INSPECCIONES SEMESTRALES Y ANUALES					
Máquina: SLI01					
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___					Hoja 1 de 1
No.	INSPECCIÓN	E1	E2	A	TEC
<b>Parte: Sistema eléctrico-control</b>					
3	Revisar el estado y limpiar internamente el motor del mandril embobinador, asegurarse de que no existan ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos. Corregir si es necesario.				1E
4	Revisar el estado y limpiar internamente el motor del porta-bobinas, asegurarse de que no existan ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos. Corregir si es necesario.				1E
5	Revisar el estado y limpiar internamente el motor de la mesa de corte, asegurarse de que no existan ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos. Corregir si es necesario.				1E
<b>OBSERVACIONES SEMESTRE 1</b>		<b>FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___			
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>			
		Firma del responsable			
<b>OBSERVACIONES SEMESTRE 2</b>		<b>FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___			
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>			
		Firma del responsable			
<b>OBSERVACIONES AÑO</b>		<b>FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___			
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>			
		Firma del responsable			

**MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Fecha de elaboración:					
Empresa: Metal Gypsum CR SA					
Planta: Calle Blancos					
Área: Línea de Tubo					
Máquina: Barbieri #15		Código: BAR15	Hoja 1 de 3		
No.	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	TEC
<b>Parte: Porta-rollos</b>					
1	Limpiar el mandril internamente, revisar el estado de engrase del mandril. Corregir si es necesario.	BI	6	60	1M
2	Limpiar la superficie externa del portarrollos y el mandril. Corregir si es necesario.	Q	24	5	1A
3	Verificar que los tornillos de las muelas se encuentren ajustados, corroborar que no se encuentre ningún elemento flojo. Corregir si es necesario.	Q	24	5	1M
4	Verificar que los roles giren normalmente sin estar trabados u obstaculizados. Informar.	Q	24	5	1M
5	Verificar que no haya fugas de aire en las mangueras de las válvulas del freno, los reguladores de aire y los demás elementos neumáticos. Informar.	Q	24	5	1M
6	Verificar que el ajuste de los tornillos en la base del portarrollos sea el adecuado. Informar.	M	12	5	1M
7	Revisar el estado de los ejes (barra roscada y principales de giro), roles de guía (internos y externos) y guías de bronce. Informar.	Q	24	10	1M
<b>Parte: Mesa de formado</b>					
8	Verificar el estado de los ejes, corroborar que no haya un eje quebrado o fisurado, que no se encuentren flojos y que tengan tracción. Informar.	M	12	5	1M
9	Verificar el estado de los rodillos de nivel, las guías de entrada de material y los rodillos formadores. Informar.	M	12	10	1M
10	Verificar visualmente que los roles de los ejes y las torres giren adecuadamente sin estar trabados. Informar.	M	12	10	1M
11	Limpiar el codificador rotatorio con dieléctrico. Corregir si es necesario.	Q	24	10	1E
12	Revisar el estado de las coronas, espaciadores, ejes internos, tuercas de eje, tornillos y piñones correspondiente al sistema de transmisión. Informar.	M	12	15	1M
13	Limpiar los ejes, las guías y el rodillaje. Corregir si es necesario.	D	312	10	1A
14	Limpiar la superficie de la mesa. Corregir si es necesario.	Q	24	10	1A

Máquina: Barbieri #15		Código: BAR15	Hoja 2 de 3			
No.	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	TEC	
15	Limpiar el área bajo el rodillaje. Corregir si es necesario.	S	52	10	1A	
16	Revisar que no existan fugas en la alimentación neumática. Informar.	M	12	10	1A	
17	Verificar que los manómetros no estén dañados. Informar.	M	12	5	1A	
<b>Parte: Sistema de corte</b>						
18	Limpiar y lubricar los rieles de deslizamiento, la superficie y demás elementos de la mesa de corte. Corregir si es necesario.	Q	24	10	1M	
19	Verificar el estado y ajuste de los tornillos de elevación. Informar.	M	12	10	1M	
20	Verificar que el carro de recorrido no esté trabado y se desplace libremente. Informar.	M	12	5	1M	
21	Corroborar que los tornillos de elevación estén bien ajustados. Corregir si es necesario.	M	12	5	1A	
22	Revisar la caja de cuchillas, verificar que las cuchillas tengan filo y estén completas. Informar	Q	24	5	1M	
23	Verificar que no existan fugas en las uniones, las mangueras de alimentación y de retorno, además revisar el estado de los pistones de avance y retroceso. Informar.	S	52	5	1M	
<b>Parte: Sistema hidráulico</b>						
24	Revisar visualmente que no se presenten fugas de aceite en el tanque, los acumuladores, las mangueras o algún otro elemento del sistema hidráulico. Informar.	Q	24	10	1M	
25	Revisar visual y auditivamente que las cajas reductoras no presenten fugas, no se encuentren trabadas y no presenten ruidos extraños.	M	12	10	1M	
<b>Parte: Mesa de salida</b>						
26	Revisar el estado de la faja transportadora, los ejes, muñoneras y tensores. Informar.	M	12	10	1M	
27	Verificar que no haya elementos trabados en la transmisión y todos los elementos giren normalmente. Informar.	M	12	5	1M	
28	Revisar superficialmente el estado de los rodillos de desplazamiento, además de que no se encuentre alguno trabado. Informar.	M	12	5	1A	
29	Limpiar la máquina flejeadora, internamente y externamente. Corregir si es necesario.	M	12	10	1E	

Máquina: Barbieri #15		Código: BAR15	Hoja 3 de 3			
No.	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	TEC	
30	Verificar que la máquina flejeadora funcione perfectamente, además asegurarse de que los cables y elementos que componen el funcionamiento de la máquina flejeadora estén en buen estado, correctamente ajustados y en perfecto funcionamiento. Informar.	Q	24	15	1E	
<b><u>Parte: Sistema eléctrico-control</u></b>						
31	Revisar que el cableado eléctrico de toda la máquina se encuentre en buen estado y debidamente ordenado. Informar.	M	12	15	1E	
32	Verificar que las luces y botoneras del panel de control principal de potencia y control se encuentren funcionando correctamente. Informar.	M	12	10	1E	
33	Limpiar el radiador de la bomba, las aspas y demás elementos a profundidad. Corregir si es necesario.	TR	4	20	1M	
34	Verificar que todas las electroválvulas y el micro de la mesa de corte funcionen correctamente. Informar.	M	12	5	1E	
35	Revisar el estado y limpiar internamente el motor de la mesa de salida, asegurarse de que no existan vibraciones o ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos. Corregir si es necesario.	A	1	30	1E	
36	Revisar el estado y limpiar internamente el motor de la mesa de formado, asegurarse de que no existan vibraciones o ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos.. Corregir si es necesario.	A	1	60	1E	
37	Limpiar la parte exterior del motor y las fajas para remover polvo y suciedad. (Motor de la mesa de arrastre, motor de la mesa de formado y servomotor). Utilizar un trapo seco. Corregir si es necesario.	S	52	60	1A	
<p>PER=Periodo de las inspecciones (T=Turno, D=Diario, S=Semanal, Q=Quincenal, M=Mensual, BI=Bimensual, TR=Trimestral, C=Cuatrimestral, E=Semestral, A=Anual). FRE=Frecuencia para un horizonte de 52 semanas. DUR=Tiempos de duración de la inspección en minutos. TEC=Técnico asignado al trabajo (M=Mecánico, E=Eléctrico, S=Soldador, A=Ayudante, I=Instrumentista)</p>						

FORMULARIO PARA INSPECCIONES DIARIAS									
Máquina: BAR15					Semana: ___/___/___ al ___/___/___				
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___							Hoja 1 de 1		
No.	INSPECCIÓN	L	K	M	J	V	S	D	TEC
<b>Parte: Mesa de formado</b>									
13	Limpiar los ejes, las guías y el rodillaje. Corregir si es necesario.								1A
<b>OBSERVACIONES</b>		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>							
		L							Firma de responsable
		K							
		M							
		J							
		V							
		S							
		D							

<b>FORMULARIO PARA INSPECCIONES SEMANALES</b>			
Máquina: BAR15		Semana: ___/___/___ al ___/___/___	
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___			Hoja 1 de 1
<b>No.</b>	<b>INSPECCIÓN</b>	<b>ESTADO</b>	<b>TEC</b>
<b><u>Parte: Mesa de formado</u></b>			
15	Limpiar el área bajo el rodillaje. Corregir si es necesario.		1A
<b><u>Parte: Sistema de corte</u></b>			
23	Verificar que no existan fugas en las uniones, las mangueras de alimentación y de retorno, además revisar el estado de los pistones de avance y retroceso. Informar.		1M
<b><u>Parte: Sistema eléctrico-control</u></b>			
37	Limpiar la parte exterior del motor y las fajas para remover polvo y suciedad. (Motor de la mesa de arrastre, motor de la mesa de formado y servomotor). Utilizar un trapo seco. Corregir si es necesario.		1E
<b>OBSERVACIONES</b>		<b>FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___	
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>	
		Firma del responsable	

FORMULARIO PARA INSPECCIONES QUINCENALES Y MENSUALES					
Máquina: BAR 15					
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___					Hoja 1 de 3
No.	INSPECCIÓN	Q1	Q2	M	TEC
<b>Parte: Porta-rollos</b>					
2	Limpiar la superficie externa del portarrollos y el mandril. Corregir si es necesario.				1A
3	Verificar que los tornillos de las muelas se encuentren ajustados, corroborar que no se encuentre ningún elemento flojo. Corregir si es necesario.				1M
4	Verificar que los roles giren normalmente sin estar trabados u obstaculizados. Informar.				1M
5	Verificar que no haya fugas de aire en las mangueras de las válvulas del freno, los reguladores de aire y los demás elementos neumáticos. Informar.				1M
6	Verificar que el ajuste de los tornillos en la base del portarrollos sea el adecuado. Informar.				1M
7	Revisar el estado de los ejes (barra roscada y principales de giro), roles de guía (internos y externos) y guías de bronce. Informar.				1M
<b>Parte: Mesa de formado</b>					
8	Verificar el estado de los ejes, corroborar que no haya un eje quebrado o fisurado, que no se encuentren flojos y que tengan tracción. Informar.				1M
9	Verificar el estado de los rodillos de nivel, las guías de entrada de material y los rodillos formadores. Informar.				1M
10	Verificar visualmente que los roles de los ejes y las torres giren adecuadamente sin estar trabados. Informar.				1M
11	Limpiar el codificador rotatorio con dieléctrico. Corregir si es necesario.				1E
12	Revisar el estado de las coronas, espaciadores, ejes internos, tuercas de eje, tornillos y piñones correspondiente al sistema de transmisión. Informar.				1M
14	Limpiar la superficie de la mesa. Corregir si es necesario.				1A
16	Revisar que no existan fugas en la alimentación neumática. Informar.				1A
17	Verificar que los manómetros no estén dañados. Informar.				1A

Máquina: BAR 15				
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___				Hoja 2 de 3
<b>Parte: Sistema de corte</b>				
18	Limpiar y lubricar los rieles de deslizamiento, la superficie y demás elementos de la mesa de corte. Corregir si es necesario.			1M
19	Verificar el estado y ajuste de los tornillos de elevación. Informar.			1M
20	Verificar que el carro de recorrido no esté trabado y se desplace libremente. Informar.			1M
21	Corroborar que los tornillos de elevación estén bien ajustados. Corregir si es necesario.			1A
22	Revisar la caja de cuchillas, verificar que las cuchillas tengan filo y estén completas. Informar			1M
<b>Parte: Sistema hidráulico</b>				
24	Revisar visualmente que no se presenten fugas de aceite en el tanque, los acumuladores, las mangueras o algún otro elemento del sistema hidráulico. Informar.			1M
25	Revisar visual y auditivamente que las cajas reductoras no presenten fugas, no se encuentren trabadas y no presenten ruidos extraños.			1M
<b>Parte: Mesa de salida</b>				
26	Revisar el estado de la faja transportadora, los ejes, muñoneras y tensores. Informar.			1M
27	Verificar que no haya elementos trabados en la transmisión y todos los elementos giren normalmente. Informar.			1M
28	Revisar superficialmente el estado de los rodillos de desplazamiento, además de que no se encuentre alguno trabado. Informar.			1A
29	Limpiar la máquina flejeadora, internamente y externamente. Corregir si es necesario.			1E
30	Verificar que la máquina flejeadora funcione perfectamente, además asegurarse de que los cables y elementos que componen el funcionamiento de la máquina flejeadora estén en buen estado, correctamente ajustados y en perfecto funcionamiento. Informar.			1E
<b>Parte: Sistema eléctrico-control</b>				
31	Revisar que el cableado eléctrico de toda la máquina se encuentre en buen estado y debidamente ordenado. Informar.			1E

Máquina: BAR 15			
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___			Hoja 3 de 3
32	Verificar que las luces y botoneras del panel de control principal de potencia y control se encuentren funcionando correctamente. Informar.		1E
34	Verificar que todas las electroválvulas y el micro de la mesa de corte funcionen correctamente. Informar.		1E
<b>OBSERVACIONES QUINCENA 1</b>		FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___	
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>	
		Firma del responsable	
<b>OBSERVACIONES QUINCENA 2</b>		FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___	
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>	
		Firma del responsable	
<b>OBSERVACIONES MES</b>		FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___	
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>	
		Firma del responsable	

FORMULARIO PARA INSPECCIONES BIMENSUALES								
Máquina: SLI01								
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___							Hoja 1 de 1	
No.	INSPECCIÓN	B1	B2	B3	B4	B5	B6	TEC
<b>Parte: Porta-rollos</b>								
1	Limpiar el mandril internamente, revisar el estado de engrase del mandril. Corregir si es necesario.							1M
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>						
		<b>(B1) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						
		<b>(B2) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						
		<b>(B3) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						
		<b>(B4) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						
		<b>(B5) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						
		<b>(B6) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						

FORMULARIO PARA INSPECCIONES TRIMESTRALES						
Máquina: SLI01						
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___					Hoja 1 de 1	
No.	INSPECCIÓN	TR1	TR2	TR3	TR4	TEC
<b>Parte: Sistema eléctrico-control</b>						
33	Limpiar el radiador de la bomba, las aspas y demás elementos a profundidad. Corregir si es necesario.					1M
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>				
		<b>(TR1) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___				
		Firma del responsable				
		<b>(TR2) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___				
		Firma del responsable				
		<b>(TR3) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___				
		Firma del responsable				
		<b>(TR4) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___				

FORMULARIO PARA INSPECCIONES SEMESTRALES Y ANUALES					
Máquina:					
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___				Hoja 1 de 1	
No.	INSPECCIÓN	E1	E2	A	TEC
<b>Parte: Sistema eléctrico-control</b>					
35	Revisar el estado y limpiar internamente el motor de la mesa de salida, asegurarse de que no existan vibraciones o ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos. Corregir si es necesario.				1E
36	Revisar el estado y limpiar internamente el motor de la mesa de formado, asegurarse de que no existan vibraciones o ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos.. Corregir si es necesario.				1E
<b>OBSERVACIONES SEMESTRE 1</b>		<b>FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___</b>			
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>			
		Firma del responsable			
<b>OBSERVACIONES SEMESTRE 2</b>		<b>FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___</b>			
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>			
		Firma del responsable			
<b>OBSERVACIONES AÑO</b>		<b>FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___</b>			
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>			
		Firma del responsable			

MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
Fecha de elaboración:						
Empresa: Metal Gypsum CR SA						
Planta: Calle Blancos						
Área: Línea de Tubo						
Máquina: Tubo #1		Código: TUB01	Hoja 1 de 5			
No.	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	TEC	
<b>Parte: Porta-rollos</b>						
1	Limpiar el mandril internamente, revisar el estado de engrase del mandril. Corregir si es necesario.	BI	6	60	1M	
2	Limpiar la superficie externa del portarrollos y el mandril. Corregir si es necesario.	Q	24	5	1A	
3	Verificar que los tornillos de las muelas se encuentren ajustados, corroborar que no se encuentre ningún elemento flojo. Corregir si es necesario.	Q	24	5	1M	
4	Verificar que no haya fugas de aire en las mangueras de las válvulas del freno. Informar.	Q	24	5	1M	
5	Verificar que el ajuste de los tornillos en la base del portarrollos sea el adecuado. Informar.	M	12	5	1M	
6	Revisar la unidad hidráulica, el pistón, verificar que no existan fugas, revisar la presión hidráulica en el manómetro. Informar.	Q	24	15	1M	
7	Revisar el estado de los roles y guías. Informar.	Q	24	5	1M	
<b>Parte: Mesa de soldadura de pegas</b>						
8	Revisar que los rodillos de entrada, de arrastre, de elevación y los trompos guía giren normalmente sin estar trabados. Informar.	M	12	10	1M	
9	Verificar que no existan ruidos extraños en las muñoneras. Informar.	M	12	5	1M	
10	Revisar el estado mecánico de los piñones y las cadenas de los rodillos de arrastre de material. Informar.	M	12	10	1M	
11	Limpiar toda la superficie de la mesa, así como bajo la mesa, su base y todos los elementos de ella. Corregir si es necesario.	Q	24	30	1A	
12	Revisar las cuchillas de la cizalla que no están en funcionamiento, verificar que las cuchillas tengan filo y estén completas. Informar.	M	12	10	1M	
13	Verificar que las mordazas de soldadura estén bien posicionadas, sujeten el material y que este permanezca fijo, además revisar el estado de la base y las prensas de cobre. Informar.	M	12	5	1A	
14	Revisar el estado y funcionamiento de los pistones neumáticos así como las electroválvulas. Informar.	M	12	10	1M	

Máquina: Tubo #1		Código: TUB01	Hoja 2 de 5			
No.	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	TEC	
15	Verificar que no existan fugas en de aire en los elementos neumáticos y mangueras. Informar.	M	12	15	1M	
16	Revisar que los elementos de la unidad hidráulica estén trabajando correctamente y no presenten fugas de aceite. Informar.	M	12	20	1M	
<b><u>Parte: Acumulador</u></b>						
17	Revisar que los rodillos de entrada al acumulador, rodillos de arrastre y trompos guía giren normalmente sin estar trabados. Informar.	M	12	10	1M	
18	Revisar el estado de los elementos del sistema de transmisión, tal es el caso de las poleas, fajas y tensores. Informar.	M	12	10	1M	
19	Limpiar el tensor y las fajas. Informar.	Q	24	10	1A	
20	Verificar que la base y la estructura del acumulador se encuentren en buen estado. Informar.	M	12	5	1A	
21	Verificar que los pistones se encuentren operando correctamente, además revisar que no haya fugas en las mangueras. Informar.	M	12	10	1M	
22	Verificar que las mordazas estén bien posicionadas, sujeten el material y que este permanezca fijo. Informar.	M	12	5	1A	
<b><u>Parte: Mesas #1 y #3 (formado)</u></b>						
23	Verificar que las guías de formado, roles, rodillos, ejes y tornillo sin fin, se encuentren en buen estado y que no haya elementos trabados. Informar.	M	12	15	1M	
24	Desarmar las torres frontales y posteriores, hacer una revisión interna y verificar el estado y ajuste de los roles y tornillos, además de las barras cardán y los ejes. Informar.	M	12	240	2M	
25	Realzar una limpieza externa e interna a las torres frontales y posteriores. Corregir si es necesario.	M	12	180	1M	
26	Limpiar el filtro del ventilador del motor. Corregir si es necesario.	S	52	10	1M	
27	Revisar la tubería de lubricación visualmente, verificar que no existan fugas. Informar.	M	12	5	1A	
<b><u>Parte: Mesa #2 (soldadora)</u></b>						
28	Limpiar la mesa de la soldadora y sus elementos. Corregir si es necesario.	Q	24	30	1M	
29	Verificar que el sistema neumático no presente fugas y que los pistones funcionen correctamente.	Q	24	10	1M	
30	Revisar el turco, verificar que las guías abren y cierran correctamente.	M	12	5	1A	

Máquina: Tubo #1		Código: TUB01	Hoja 3 de 5			
No.	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	TEC	
31	Verificar que la ferrita no se encuentre sucia ni obstruida. Corregir de ser necesario.	Q	24	10	1A	
32	Verificar que los rodillos de formado, rodillos guía, roles, ejes y tornillos sin fin se encuentren en buen estado y que no haya elementos trabados. Informar.	M	12	10	1M	
33	Verificar que los electrodos de la soldadora funcionen correctamente.	M	12	30	1M	
34	Desarmar las torres al final de la mesa, hacer una revisión interna y verificar el estado y ajuste de los roles, tornillos y ejes. Informar.	M	12	30	2M	
35	Realzar una limpieza externa e interna a las torres al final de la mesa. Corregir si es necesario.	M	12	30	2M	
36	Revisar la estructura del metalizador, que no se encuentre sucio y las guías estén bien ajustadas. Corregir si es necesario.	M	12	10	1M	
37	Verificar que las cuchillas de la estación de eliminado de rebaba estén afiladas y bien colocadas. Informar.	M	12	5	1M	
<b><u>Parte: Estructura de enfriamiento</u></b>						
38	Revisar la estructura de la bandeja de agua. Informar.	BI	6	5	1A	
39	Verificar la estructura de la tubería de extracción de gases, además de asegurarse que no existan obstrucciones. Informar.	BI	6	5	1A	
<b><u>Parte: Cámara de nebulizado</u></b>						
40	Revisar el funcionamiento del sistema nebulizador, verificar que no existan fugas neumáticas o de líquido. Informar.	M	12	10	1M	
41	Limpiar el sistema nebulizador Corregir si es necesario.	M	12	20	1M	
<b><u>Parte: Mesa #4 (formado)</u></b>						
42	Lubricar las muñoneras y guías de los turcos, además de verificar el estado de las torres y guías.	M	12	15	1M	
<b><u>Parte: Mesa de corte</u></b>						
43	Verificar que los rieles de desplazamiento se deslicen normalmente sin estar trabados u obstaculizados y los tornillos de la base estén bien ajustados. Informar.	M	12	10	1M	
44	Limpiar la base transportadora, el carro de deslizamiento y los rieles. Corregir si es necesario.	M	12	15	1M	
45	Verificar que el disco de sierra, y los demás elementos de corte (poleas, eje de sierra, brazo de desplazamiento, cobertor aislante) se encuentren en perfecto estado y sin problemas de funcionamiento. Informar.	M	12	60	1M	
46	Limpiar el disco de sierra y demás elementos del sistema de corte. Corregir si es necesario.	M	12	20	1M	

Máquina: Tubo #1		Código: TUB01	Hoja 4 de 5			
No.	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	TEC	
47	Verificar que no hayan fugas de aire en el pistón del brazo de sierra ni algún otro elemento del sistema neumático. Informar.	Q	24	5	1A	
48	Verificar el correcto funcionamiento y que la transmisión se efectúe normalmente en la sección de la cremallera y sus elementos. Informar.	M	12	10	1M	
<b>Parte: Mesa de salida de material</b>						
49	Revisar el estado de los rodillos, pistones, fajas, poleas, sensor y la estructura. Informar.	M	12	10	1M	
50	Realizar una revisión detallada de la caja reductora y sus elementos. Informar.	M	12	45	1M	
<b>Parte: Sistema eléctrico</b>						
51	Revisar el estado, embobinado y limpiar internamente el motor del acumulador, asegurarse de que no existan vibraciones o ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos. Corregir si es necesario.	A	1	60	1E	
52	Realizar una limpieza superficial al motor del acumulador. Corregir si es necesario.	M	12	15	1E	
53	Abrir los motores de las mesa #1 (formado) y realizar una limpieza profunda. Corregir si es necesario.	M	12	60	1E	
54	Abrir los motores de las mesa #3 (formado) y realizar una limpieza profunda. Corregir si es necesario.	M	12	60	1E	
55	Abrir los motores de las mesa #4 (formado) y realizar una limpieza profunda. Corregir si es necesario.	M	12	60	1E	
56	Revisar el estado, embobinado y limpiar internamente el motor de la mesa de corte, asegurarse de que no existan vibraciones o ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos. Corregir si es necesario.	A	1	60	1E	
57	Realizar una limpieza superficial al motor de corte. Corregir si es necesario.	M	12	15	1E	
58	Revisar el estado, embobinado y limpiar internamente el motor de la mesa de salida, asegurarse de que no existan vibraciones o ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos. Corregir si es necesario.	A	1	60	1E	
59	Realizar una limpieza superficial al motor de la mesa de salida. Corregir si es necesario.	M	12	15	1E	
60	Realizar una limpieza detallada a los 2 gabinetes de control de los motores de las mesas formadoras y sus componentes, además revisar el cableado y resocar los elementos para que permanezcan bien ajustados. Corregir si es necesario.	Q	24	60	1E	

Máquina: Tubo #1		Código: TUB01		Hoja 5 de 5		
No.	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	TEC	
61	Revisar el estado del panel de control del acumulador y del desembobinador, verificar el correcto funcionamiento de las botoneras, luces y los controles de temperatura. Informar.	M	12	30	1E	
62	Revisar el estado del panel de control principal de la soldadora, verificar el correcto funcionamiento de las botoneras, luces y los controles de temperatura. Informar.	M	12	15	1E	
63	Realizar una limpieza detallada al gabinete de control de los la sierra y sus componentes, además revisar el cableado y resocar los elementos para que permanezcan bien ajustados. Corregir si es necesario.	Q	24	30	1E	

PER=Periodo de las inspecciones (T=Turno, D=Diario, S=Semanal, Q=Quincenal, M=Mensual, BI=Bimensual, TR=Trimestral, C=Cuatrimestral, E=Semestral, A=Anual). FRE=Frecuencia para un horizonte de 52 semanas. DUR=Tiempo de duración de la inspección en minutos. TEC=Técnico asignado al trabajo (M=Mecánico, E=Eléctrico, S=Soldador, A=Ayudante, I=Instrumentista)

<b>FORMULARIO PARA INSPECCIONES SEMANALES</b>			
Máquina: TUB01		Semana: ___/___/___ al ___/___/___	
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___			Hoja 1 de 1
<b>No.</b>	<b>INSPECCIÓN</b>	<b>ESTADO</b>	<b>TEC</b>
<b>Parte: Mesa #1 y #3 (formado)</b>			
26	Limpiar el filtro del ventilador del motor. Corregir si es necesario.		1M
<b>OBSERVACIONES</b>		<b>FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___</b>	
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>	
		Firma del responsable	

FORMULARIO PARA INSPECCIONES QUINCENALES Y MENSUALES					
Máquina: TUB01					
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___					Hoja 1 de 5
No.	INSPECCIÓN	Q1	Q2	M	TEC
<b>Parte: Porta-rollos</b>					
2	Limpia la superficie externa del portarrollos y el mandril. Corregir si es necesario.				1A
3	Verificar que los tornillos de las muelas se encuentren ajustados, corroborar que no se encuentre ningún elemento flojo. Corregir si es necesario.				1M
4	Verificar que no haya fugas de aire en las mangueras de las válvulas del freno. Informar.				1M
5	Verificar que el ajuste de los tornillos en la base del portarrollos sea el adecuado. Informar.				1M
6	Revisar la unidad hidráulica, el pistón, verificar que no existan fugas, revisar la presión hidráulica en el manómetro. Informar.				1M
7	Revisar el estado de los roles y guías. Informar.				1M
<b>Parte: Porta-rollos</b>					
8	Revisar que los rodillos de entrada, de arrastre, de elevación y los trompos guía giren normalmente sin estar trabados. Informar.				1M
9	Verificar que no existan ruidos extraños en las muñoneras. Informar.				1M
10	Revisar el estado mecánico de los piñones y las cadenas de los rodillos de arrastre de material. Informar.				1M
11	Limpia toda la superficie de la mesa, así como bajo la mesa, su base y todos los elementos de ella. Corregir si es necesario.				1A
12	Revisar las cuchillas de la cizalla que no están en funcionamiento, verificar que las cuchillas tengan filo y estén completas. Informar.				1M
13	Verificar que las mordazas de soldadura estén bien posicionadas, sujeten el material y que este permanezca fijo, además revisar el estado de la base y las prensas de cobre. Informar.				1A
14	Revisar el estado y funcionamiento de los pistones neumáticos así como las electroválvulas. Informar.				1M
15	Verificar que no existan fugas de aire en los elementos neumáticos y mangueras. Informar.				1M

Máquina: TUB01				
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___				Hoja 2 de 5
16	Revisar que los elementos de la unidad hidráulica estén trabajando correctamente y no presenten fugas de aceite. Informar.			1M
<b>Parte: Acumulador</b>				
17	Revisar que los rodillos de entrada al acumulador, rodillos de arrastre y trompos guía giren normalmente sin estar trabados. Informar.			1M
18	Revisar el estado de los elementos del sistema de transmisión, tal es el caso de las poleas, fajas y tensores. Informar.			1M
19	Limpia el tensor y las fajas. Informar.			1A
20	Verificar que la base y la estructura del acumulador se encuentren en buen estado. Informar.			1A
21	Verificar que los pistones se encuentren operando correctamente, además revisar que no haya fugas en las mangueras. Informar.			1M
22	Verificar que las mordazas estén bien posicionadas, sujeten el material y que este permanezca fijo. Informar.			1A
<b>Parte: Mesas #1 y #3 (formado)</b>				
23	Verificar que las guías de formado, roles, rodillos, ejes y tornillo sin fin, se encuentren en buen estado y que no haya elementos trabados. Informar.			1M
24	Desarmar las torres frontales y posteriores, hacer una revisión interna y verificar el estado y ajuste de los roles y tornillos, además de las barras cardán y los ejes. Informar.			2M
25	Realzar una limpieza externa e interna a las torres frontales y posteriores. Corregir si es necesario.			1M
27	Revisar la tubería de lubricación visualmente, verificar que no existan fugas. Informar.			1A
<b>Parte: Mesas #2 (soldadora)</b>				
28	Limpia la mesa de la soldadora y sus elementos. Corregir si es necesario.			1M
29	Verificar que el sistema neumático no presente fugas y que los pistones funcionen correctamente.			1M
30	Revisar el turco, verificar que las guías abren y cierran correctamente.			1A

Máquina: TUB01				
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___				Hoja 3 de 5
31	Verificar que la ferrita no se encuentre sucia ni obstruida. Corregir de ser necesario.			1A
32	Verificar que los rodillos de formado, rodillos guía, roles, ejes y tornillos sin fin se encuentren en buen estado y que no haya elementos trabados. Informar.			1M
33	Verificar que los electrodos de la soldadora funcionen correctamente.			1M
34	Desarmar las torres al final de la mesa, hacer una revisión interna y verificar el estado y ajuste de los roles, tornillos y ejes. Informar.			2M
35	Realzar una limpieza externa e interna a las torres al final de la mesa. Corregir si es necesario.			2M
36	Revisar la estructura del metalizador, que no se encuentre sucio y las guías estén bien ajustadas. Corregir si es necesario.			1M
37	Verificar que las cuchillas de la estación de eliminado de rebaba estén afiladas y bien colocadas. Informar.			1M
<b>Parte: Cámara de nebulizado</b>				
40	Revisar el funcionamiento del sistema nebulizador, verificar que no existan fugas neumáticas o de líquido. Informar.			1M
41	Limpia el sistema nebulizador Corregir si es necesario.			1M
<b>Parte: Mesa #4 (formado)</b>				
42	Lubricar las muñoneras y guías de los turcos, además de verificar el estado de las torres y guías.			1M
<b>Parte: Mesa de corte</b>				
43	Verificar que los rieles de desplazamiento se deslicen normalmente sin estar trabados u obstaculizados y los tornillos de la base estén bien ajustados. Informar.			1M
44	Limpia la base transportadora, el carro de deslizamiento y los rieles. Corregir si es necesario.			1M
45	Verificar que el disco de sierra, y los demás elementos de corte (poleas, eje de sierra, brazo de desplazamiento, cobertor aislante) se encuentren en perfecto estado y sin problemas de funcionamiento. Informar.			1M

Máquina: TUB01				
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___				Hoja 4 de 5
46	Limpiar el disco de sierra y demás elementos del sistema de corte. Corregir si es necesario.			1M
47	Verificar que no hayan fugas de aire en el pistón del brazo de sierra ni algún otro elemento del sistema neumático. Informar.			1A
48	Verificar el correcto funcionamiento y que la transmisión se efectúe normalmente en la sección de la cremallera y sus elementos. Informar.			1M
<b>Parte: Mesa de salida</b>				
49	Revisar el estado de los rodillos, pistones, fajas, poleas, sensor y la estructura. Informar.			1M
50	Realizar una revisión detallada de la caja reductora y sus elementos. Informar.			1M
<b>Parte: Sistema eléctrico</b>				
52	Realizar una limpieza superficial al motor del acumulador. Corregir si es necesario.			1E
53	Abrir los motores de las mesa #1 (formado) y realizar una limpieza profunda. Corregir si es necesario.			1E
54	Abrir los motores de las mesa #3 (formado) y realizar una limpieza profunda. Corregir si es necesario.			1E
55	Abrir los motores de las mesa #4 (formado) y realizar una limpieza profunda. Corregir si es necesario.			1E
57	Realizar una limpieza superficial al motor de corte. Corregir si es necesario.			1E
59	Realizar una limpieza superficial al motor de la mesa de salida. Corregir si es necesario.			E
60	Realizar una limpieza detallada a los 2 gabinetes de control de los motores de las mesas formadoras y sus componentes, además revisar el cableado y resocar los elementos para que permanezcan bien ajustados. Corregir si es necesario.			1E
61	Revisar el estado del panel de control del acumulador y del desembobinador, verificar el correcto funcionamiento de las botoneras, luces y los controles de temperatura. Informar.			1E

Máquina: TUB01			
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___			Hoja 5 de 5
62	Revisar el estado del panel de control principal de la soldadora, verificar el correcto funcionamiento de las botoneras, luces y los controles de temperatura. Informar.		1E
63	Realizar una limpieza detallada al gabinete de control de los la sierra y sus componentes, además revisar el cableado y resocar los elementos para que permanezcan bien ajustados. Corregir si es necesario.		1E
<b>OBSERVACIONES QUINCENA 1</b>		<b>FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___</b>	
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>	
		Firma del responsable	
<b>OBSERVACIONES QUINCENA 2</b>		<b>FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___</b>	
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>	
		Firma del responsable	
<b>OBSERVACIONES MES</b>		<b>FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___</b>	
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>	
		Firma del responsable	

FORMULARIO PARA INSPECCIONES BIMENSUALES								
Máquina: TUB01								
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___							Hoja 1 de 1	
No.	INSPECCIÓN	B1	B2	B3	B4	B5	B6	TEC
<b>Parte: Estructura de enfriamiento</b>								
1	Limpiar el mandril internamente, revisar el estado de engrase del mandril. Corregir si es necesario.							1M
38	Revisar la estructura de la bandeja de agua. Informar.							1A
39	Verificar la estructura de la tubería de extracción de gases, además de asegurarse que no existan obstrucciones. Informar.							1A
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>						
		<b>(B1) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						
		<b>(B2) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						
		<b>(B3) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						
		<b>(B4) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						
		<b>(B5) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						
		<b>(B6) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						

FORMULARIO PARA INSPECCIONES SEMESTRALES Y ANUALES					
Máquina: TUB01					
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___					Hoja 1 de 1
No.	INSPECCIÓN	E1	E2	A	TEC
<b>Parte: Sistema eléctrico</b>					
51	Revisar el estado, embobinado y limpiar internamente el motor del acumulador, asegurarse de que no existan vibraciones o ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos. Corregir si es necesario.				1E
56	Revisar el estado, embobinado y limpiar internamente el motor de la mesa de corte, asegurarse de que no existan vibraciones o ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos. Corregir si es necesario.				1E
58	Revisar el estado, embobinado y limpiar internamente el motor de la mesa de salida, asegurarse de que no existan vibraciones o ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos. Corregir si es necesario.				1E
<b>OBSERVACIONES SEMESTRE 1</b>		<b>FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___</b>			
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>			
		Firma del responsable			
<b>OBSERVACIONES SEMESTRE 2</b>		<b>FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___</b>			
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>			
		Firma del responsable			
<b>OBSERVACIONES AÑO</b>		<b>FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___</b>			
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>			
		Firma del responsable			

MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Fecha de elaboración:					
Empresa: Metal Gypsum CR SA					
Planta: Calle Blancos					
Área: Línea de Tubo					
Máquina: Tubo #2		Código: TUB02	Hoja 1 de 4		
No.	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	TEC
<b>Parte: Porta-rollos</b>					
1	Limpiar la superficie externa del portarrollos y el mandril. Corregir si es necesario.	Q	24	5	1A
2	Revisar que los reguladores de aire funcionen correctamente. Informar.	Q	24	5	1M
3	Revisar los elementos de la base giratoria (Torres, freno de aire, ejes, roles, plato, muelas, guías) y verificar que no se encuentren dañados o trabajando en circunstancias posibles a fallar. Informar.	Q	24	15	1M
<b>Parte: Mesa de soldadura de pegas</b>					
4	Verificar que en el sistema neumático no existan fugas. Informar.	Q	24	10	1M
5	Verificar que los elementos del sistema neumático (pedales, prensas, cizalla, mangueras, electroválvulas) se encuentren en buenas condiciones. Informar.	M	12	10	1M
6	Revisar el funcionamiento y estado de las guías de cobre de soldadura, las mordazas y la luz. Informar.	M	12	10	1M
<b>Parte: Estación de arrastre</b>					
7	Corroborar que los rodillos de tracción de arrastre de material tengan tracción, no estén flojos en su base ni trabados al girar. Informar.	M	12	5	1M
8	Verificar el estado de la caja reductora. Informar.	M	12	20	1M
9	Limpiar la caja reductora y sus componentes. Corregir si es necesario.	M	12	20	1A
10	Verificar el funcionamiento del pistón y las electroválvulas. Informar.	M	12	5	1M
<b>Parte: Acumulador</b>					
11	Verificar el estado de la caja reductora. Informar.	M	12	20	1M
12	Limpiar la caja reductora y sus componentes. Corregir si es necesario.	M	12	20	1A
13	Corroborar que los rodillos tengan tracción, no estén flojos en su base ni trabados al girar. Informar.	M	12	10	1M

Máquina: Tubo #2		Código: TUB02	Hoja 2 de 4			
No.	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	TEC	
<b><u>Parte: Mesas #1 y #3 (formado)</u></b>						
14	Verificar que las guías de formado, roles, rodillos, ejes y tornillo sin fin, se encuentren en buen estado y que no haya elementos trabados. Informar.	M	12	15	1M	
15	Desarmar las torres frontales y posteriores, hacer una revisión interna y verificar el estado y ajuste de los roles y tornillos, además de las barras cardán y los ejes. Informar.	M	12	240	2M	
16	Realizar una limpieza externa e interna a las torres frontales y posteriores. Corregir si es necesario.	M	12	180	1M	
17	Limpiar el filtro del ventilador del motor. Corregir si es necesario.	S	52	10	1M	
18	Revisar la tubería de lubricación visualmente, verificar que no existan fugas. Informar.	M	12	5	1A	
<b><u>Parte: Mesa #2 (soldadora)</u></b>						
19	Limpiar la mesa de la soldadora y sus elementos. Corregir si es necesario.	Q	24	30	1M	
20	Verificar que el sistema neumático no presente fugas y que los pistones funcionen correctamente.	Q	24	10	1M	
21	Revisar el turco, verificar que las guías abren y cierran correctamente.	M	12	5	1A	
22	Verificar que la ferrita no se encuentre sucia ni obstruida. Corregir de ser necesario.	Q	24	10	1A	
23	Verificar que los rodillos de formado, rodillos guía, roles, ejes y tornillos sin fin se encuentren en buen estado y que no haya elementos trabados. Informar.	M	12	10	1M	
24	Verificar que los electrodos de la soldadora funcionen correctamente.	M	12	30	1M	
25	Desarmar las torres al final de la mesa, hacer una revisión interna y verificar el estado y ajuste de los roles, tornillos y ejes. Informar.	M	12	30	2M	
26	Realzar una limpieza externa e interna a las torres al final de la mesa. Corregir si es necesario.	M	12	30	2M	
27	Revisar la estructura del metalizador, que no se encuentre sucio y las guías estén bien ajustadas. Corregir si es necesario.	M	12	10	1M	
28	Verificar que las cuchillas de la estación de eliminado de rebaba estén afiladas y bien colocadas. Informar.	M	12	5	1M	
<b><u>Parte: Estructura de enfriamiento</u></b>						
29	Revisar la estructura de la bandeja de agua. Informar.	BI	6	5	1A	
30	Verificar la estructura de la tubería de extracción de gases, además de asegurarse que no existan obstrucciones. Informar.	BI	6	5	1A	

Máquina: Tubo #1		Código: TUB02	Hoja 3 de 4			
No.	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	TEC	
<b><u>Parte: Cámara de nebulizado</u></b>						
31	Revisar el funcionamiento del sistema nebulizador, verificar que no existan fugas neumáticas o de líquido. Informar.	M	12	10	1M	
32	Limpiar el sistema nebulizador Corregir si es necesario.	M	12	20	1M	
<b><u>Parte: Mesa #4 (formado)</u></b>						
33	Lubricar las muñoneras y guías de los turcos, además de verificar el estado de las torres y guías.	M	12	15	1M	
<b><u>Parte: Mesa de corte</u></b>						
34	Verificar que los rieles de desplazamiento se deslicen normalmente sin estar trabados u obstaculizados y los tornillos de la base estén bien ajustados. Informar.	M	12	10	1M	
35	Limpiar la base transportadora, el carro de deslizamiento y los rieles. Corregir si es necesario.	M	12	15	1M	
36	Verificar que el disco de sierra, y los demás elementos de corte (poleas, eje de sierra, brazo de desplazamiento, cobertor aislante) se encuentren en perfecto estado y sin problemas de funcionamiento. Informar.	M	12	60	1M	
37	Limpiar el disco de sierra y demás elementos del sistema de corte. Corregir si es necesario.	M	12	20	1M	
38	Verificar que no hayan fugas de aire en el pistón del brazo de sierra ni algún otro elemento del sistema neumático. Informar.	Q	24	5	1A	
39	Verificar el correcto funcionamiento y que la transmisión se efectúe normalmente en la sección de la cremallera y sus elementos. Informar.	M	12	10	1M	
<b><u>Parte: Mesa de salida de material</u></b>						
40	Revisar el estado de los rodillos, pistones, fajas, poleas, sensor y la estructura. Informar.	M	12	10	1M	
41	Realizar una revisión detallada de la caja reductora y sus elementos. Informar.	M	12	45	1M	
<b><u>Parte: Sistema eléctrico</u></b>						
42	Revisar el estado, embobinado y limpiar internamente el motor del acumulador, asegurarse de que no existan vibraciones o ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos. Corregir si es necesario.	A	1	60	1E	
43	Realizar una limpieza superficial al motor del acumulador. Corregir si es necesario.	M	12	15	1E	
44	Abrir los motores de las mesa #1 (formado) y realizar una limpieza profunda. Corregir si es necesario.	M	12	60	1E	
45	Abrir los motores de las mesa #3 (formado) y realizar una limpieza profunda. Corregir si es necesario.	M	12	60	1E	

46	Abrir los motores de las mesa #4 (formado) y realizar una limpieza profunda. Corregir si es necesario.	M	12	60	1E
47	Revisar el estado, embobinado y limpiar internamente el motor de la mesa de corte, asegurarse de que no existan vibraciones o ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos. Corregir si es necesario.	A	1	60	1E
Máquina: Tubo #1		Código: TUB02		Hoja 4 de 4	
No.	INSPECCIÓN	PER	FRE	DUR	TEC
48	Realizar una limpieza superficial al motor de corte. Corregir si es necesario.	M	12	15	1E
49	Revisar el estado, embobinado y limpiar internamente el motor de la mesa de salida, asegurarse de que no existan vibraciones o ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos. Corregir si es necesario.	A	1	60	1E
50	Realizar una limpieza superficial al motor de la mesa de salida. Corregir si es necesario.	M	12	15	1E
51	Revisar el estado, embobinado y limpiar internamente el motor de la estación de arrastre, asegurarse de que no existan vibraciones o ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos. Corregir si es necesario.	A	1	60	1E
52	Realizar una limpieza superficial al motor de la estación de arrastre. Corregir si es necesario.	M	12	15	1E
53	Realizar una limpieza detallada a los 2 gabinetes de control de los motores de las mesas formadoras y sus componentes, además revisar el cableado y resocar los elementos para que permanezcan bien ajustados. Corregir si es necesario.	Q	24	60	1E
54	Revisar el estado del panel de control del acumulador y del desembobinador, verificar el correcto funcionamiento de las botoneras, luces y los controles de temperatura. Informar.	M	12	30	1E
55	Revisar el estado del panel de control principal de la soldadora, verificar el correcto funcionamiento de las botoneras, luces y los controles de temperatura. Informar.	M	12	15	1E
56	Realizar una limpieza detallada al gabinete de control de los la sierra y sus componentes, además revisar el cableado y resocar los elementos para que permanezcan bien ajustados. Corregir si es necesario.	Q	24	30	1E
57	Revisar el estado del panel de control principal de la mesa evacuadora, verificar el correcto funcionamiento de las botoneras, luces y los controles de temperatura. Informar.	TR	4	15	1E
<p>PER=Periodo de las inspecciones (T=Turno, D=Diario, S=Semanal, Q=Quincenal, M=Mensual, BI=Bimensual, TR=Trimestral, C=Cuatrimstral, E=Semestral, A=Anual). FRE=Frecuencia para un horizonte de 52 semanas. DUR=Tiempo de duración de la inspección en minutos. TEC=Técnico asignado al trabajo (M=Mecánico, E=Eléctrico, S=Soldador, A=Ayudante, I=Instrumentista)</p>					

FORMULARIO PARA INSPECCIONES SEMANALES			
Máquina: TUB02		Semana: ___/___/___ al ___/___/___	
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___			Hoja 1 de
No.	INSPECCIÓN	ESTADO	TEC
<b>Parte: Mesa #1 y #3 (fromado)</b>			
17	Limpiar el filtro del ventilador del motor. Corregir si es necesario.		1M
<b>OBSERVACIONES</b>		<b>FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___</b>	
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>	
		Firma del responsable	

<b>FORMULARIO PARA INSPECCIONES QUINCENALES Y MENSUALES</b>					
Máquina: TUB02					
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___					Hoja 1 de 4
No.	INSPECCIÓN	Q1	Q2	M	TEC
<b>Parte: Porta-rollos</b>					
1	Limpia la superficie externa del portarrollos y el mandril. Corregir si es necesario.				1ª
2	Revisar que los reguladores de aire funcionen correctamente. Informar.				1M
3	Revisar los elementos de la base giratoria (Torres, freno de aire, ejes, roles, plato, muelas, guías) y verificar que no se encuentren dañados o trabajando en circunstancias posibles a fallar. Informar.				1M
<b>Parte: Mesa de soldadura de pegas</b>					
4	Verificar que en el sistema neumático no existan fugas. Informar.				1M
5	Verificar que los elementos del sistema neumático (pedales, prensas, cizalla, mangueras, electroválvulas) se encuentren en buenas condiciones. Informar.				1M
6	Revisar el funcionamiento y estado de las guías de cobre de soldadura, las mordazas y la luz. Informar.				1M
<b>Parte: Estación de arrastre</b>					
7	Corroborar que los rodillos de tracción de arrastre de material tengan tracción, no estén flojos en su base ni trabados al girar. Informar.				1M
8	Verificar el estado de la caja reductora. Informar.				1M
9	Limpia la caja reductora y sus componentes. Corregir si es necesario.				1A
10	Verificar el funcionamiento del pistón y las electroválvulas. Informar.				1M
<b>Parte: Acumulador</b>					
11	Verificar el estado de la caja reductora. Informar.				1M
12	Limpia la caja reductora y sus componentes. Corregir si es necesario.				1A
13	Corroborar que los rodillos tengan tracción, no estén flojos en su base ni trabados al girar. Informar.				1M

Máquina: TUB02				
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___				Hoja 2 de 4
14	Verificar que las guías de formado, roles, rodillos, ejes y tornillo sin fin, se encuentren en buen estado y que no haya elementos trabados. Informar.			1M
15	Desarmar las torres frontales y posteriores, hacer una revisión interna y verificar el estado y ajuste de los roles y tornillos, además de las barras cardán y los ejes. Informar.			2M
16	Realizar una limpieza externa e interna a las torres frontales y posteriores. Corregir si es necesario.			1M
18	Revisar la tubería de lubricación visualmente, verificar que no existan fugas. Informar.			1ª
<b>Parte: Mesa #2 (soldadora)</b>				
19	Limpiar la mesa de la soldadora y sus elementos. Corregir si es necesario.			1M
20	Verificar que el sistema neumático no presente fugas y que los pistones funcionen correctamente.			1M
21	Revisar el turco, verificar que las guías abren y cierren correctamente.			1A
22	Verificar que la ferrita no se encuentre sucia ni obstruida. Corregir de ser necesario.			1A
23	Verificar que los rodillos de formado, rodillos guía, roles, ejes y tornillos sin fin se encuentren en buen estado y que no haya elementos trabados. Informar.			1M
24	Verificar que los electrodos de la soldadora funcionen correctamente.			1M
25	Desarmar las torres al final de la mesa, hacer una revisión interna y verificar el estado y ajuste de los roles, tornillos y ejes. Informar.			2M
26	Realzar una limpieza externa e interna a las torres al final de la mesa. Corregir si es necesario.			2M
27	Revisar la estructura del metalizador, que no se encuentre sucio y las guías estén bien ajustadas. Corregir si es necesario.			1M
28	Verificar que las cuchillas de la estación de eliminado de rebaba estén afiladas y bien colocadas. Informar.			1M

Máquina: TUB02				
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___				Hoja 3 de 4
<b>Parte: Cámara de nebulizado</b>				
31	Revisar el funcionamiento del sistema nebulizador, verificar que no existan fugas neumáticas o de líquido. Informar.			1M
32	Limpia el sistema nebulizador Corregir si es necesario.			1M
<b>Parte: Mesa #4 (formado)</b>				
33	Lubricar las muñoneras y guías de los turcos, además de verificar el estado de las torres y guías.			1M
<b>Parte: Mesa de corte</b>				
34	Verificar que los rieles de desplazamiento se deslicen normalmente sin estar trabados u obstaculizados y los tornillos de la base estén bien ajustados. Informar.			1M
35	Limpia la base transportadora, el carro de deslizamiento y los rieles. Corregir si es necesario.			1M
36	Verificar que el disco de sierra, y los demás elementos de corte (poleas, eje de sierra, brazo de desplazamiento, cobertor aislante) se encuentren en perfecto estado y sin problemas de funcionamiento. Informar.			1M
37	Limpia el disco de sierra y demás elementos del sistema de corte. Corregir si es necesario.			1M
38	Verificar que no hayan fugas de aire en el pistón del brazo de sierra ni algún otro elemento del sistema neumático. Informar.			1A
39	Verificar el correcto funcionamiento y que la transmisión se efectúe normalmente en la sección de la cremallera y sus elementos. Informar.			1M
<b>Parte: Mesa de salida</b>				
40	Revisar el estado de los rodillos, pistones, fajas, poleas, sensor y la estructura. Informar.			1M
41	Realizar una revisión detallada de la caja reductora y sus elementos. Informar.			1M
<b>Parte: Sistema eléctrico</b>				
43	Realizar una limpieza superficial al motor del acumulador. Corregir si es necesario.			1E
44	Abrir los motores de las mesa #1 (formado) y realizar una limpieza profunda. Corregir si es necesario.			1E

Máquina: TUB02				
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___				Hoja 4 de 4
45	Abrir los motores de las mesa #3 (formado) y realizar una limpieza profunda. Corregir si es necesario.			1E
46	Abrir los motores de las mesa #4 (formado) y realizar una limpieza profunda. Corregir si es necesario.			1E
48	Realizar una limpieza superficial al motor de corte. Corregir si es necesario.			1E
50	Realizar una limpieza superficial al motor de la mesa de salida. Corregir si es necesario.			1E
52	Realizar una limpieza superficial al motor de la estación de arrastre. Corregir si es necesario.			1E
54	Revisar el estado del panel de control del acumulador y del desembobinador, verificar el correcto funcionamiento de las botoneras, luces y los controles de temperatura. Informar.			1E
55	Revisar el estado del panel de control principal de la soldadora, verificar el correcto funcionamiento de las botoneras, luces y los controles de temperatura. Informar.			1E
56	Realizar una limpieza detallada al gabinete de control de los la sierra y sus componentes, además revisar el cableado y resocar los elementos para que permanezcan bien ajustados. Corregir si es necesario.			1E
<b>OBSERVACIONES QUINCENA 1</b>		<b>FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___</b>		
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>		
		Firma del responsable		
<b>OBSERVACIONES QUINCENA 2</b>		<b>FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___</b>		
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>		
		Firma del responsable		
<b>OBSERVACIONES MES</b>		<b>FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___</b>		
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>		
		Firma del responsable		

FORMULARIO PARA INSPECCIONES BIMENSUALES								
Máquina: TUB02								
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___							Hoja 1 de 1	
No.	INSPECCIÓN	B1	B2	B3	B4	B5	B6	TEC
<b>Parte: Estructura de enfriamiento</b>								
29	Revisar la estructura de la bandeja de agua. Informar.							1ª
30	Verificar la estructura de la tubería de extracción de gases, además de asegurarse que no existan obstrucciones. Informar.							1ª
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>						
		<b>(B1) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						
		<b>(B2) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						
		<b>(B3) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						
		<b>(B4) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						
		<b>(B5) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						
		<b>(B6) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___						
		Firma del responsable						

FORMULARIO PARA INSPECCIONES TRIMESTRALES						
Máquina: TUB02						
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___					Hoja 1 de	
No.	INSPECCIÓN	TR1	TR2	TR3	TR4	TEC
<b>Parte: Sistema eléctrico</b>						
57	Revisar el estado del panel de control principal de la mesa evacuadora, verificar el correcto funcionamiento de las botoneras, luces y los controles de temperatura. Informar.					1E
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>				
		<b>(TR1) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___				
		Firma del responsable				
		<b>(TR2) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___				
		Firma del responsable				
		<b>(TR3) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___				
		Firma del responsable				
		<b>(TR4) FECHA DE INSPECCIÓN:</b> ___/___/___				

FORMULARIO PARA INSPECCIONES SEMESTRALES Y ANUALES					
Máquina: TUB02					
Tipo de inspección: Operador (O)___ Mecánico (M)___ Eléctrico (E)___ Ayudante (A)___ Instrumentista (I)___				Hoja 1 de 1	
No.	INSPECCIÓN	E1	E2	A	TEC
<b>Parte: Sistema eléctrico</b>					
42	Revisar el estado, embobinado y limpiar internamente el motor del acumulador, asegurarse de que no existan vibraciones o ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos. Corregir si es necesario.				1E
47	Revisar el estado, embobinado y limpiar internamente el motor de la mesa de corte, asegurarse de que no existan vibraciones o ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos. Corregir si es necesario.				1E
49	Revisar el estado, embobinado y limpiar internamente el motor de la mesa de salida, asegurarse de que no existan vibraciones o ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos. Corregir si es necesario.				1E
51	Revisar el estado, embobinado y limpiar internamente el motor de la estación de arrastre, asegurarse de que no existan vibraciones o ruidos extraños. Barnizar, cambiar roles, revisar rodamientos. Corregir si es necesario.				1E
<b>OBSERVACIONES SEMESTRE 1</b>		FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___			
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>			
		Firma del responsable			
<b>OBSERVACIONES SEMESTRE 2</b>		FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___			
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>			
		Firma del responsable			
<b>OBSERVACIONES AÑO</b>		FECHA DE INSPECCIÓN: ___/___/___			
		<b>INSPECCIÓN REALIZADA POR:</b>			
		Firma del responsable			