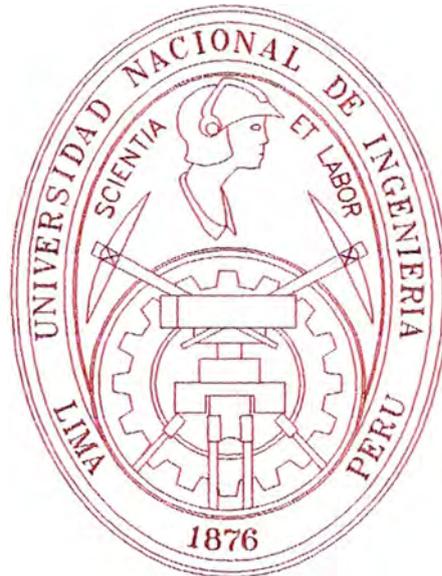


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“TPM APLICADO A UNA EMPRESA METAL
MECANICA”**

**INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECANICO ELECTRICISTA**

DAFNY MARGOTH YANA MOTTA

PROMOCION 84-II

LIMA-PERU

2006

INDICE

	Prólogo	1
1	INTRODUCCIÓN	3
1.1	Antecedentes	3
1.2	Objetivo	3
1.3	Alcances	4
1.4	Importancia y actualidad del tema	4
1.5	Limitaciones	5
2	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	7
2.1	Generalidades	7
2.1.1	Tipo y sector de la empresa	7
2.1.2	Ubicación	7
2.2	Organización de la empresa	8
2.2.1	Gerencia General	8
2.2.2	Departamento de Ventas y Marketing	8
2.2.3	Departamento Administración y Contabilidad	9
2.2.4	Departamento de Logística y Operaciones	9
2.2.5	Recursos Humanos	10
2.2.6	Máquinas y equipo de taller	12
2.3	Descripción de las instalaciones	16
2.3.1	Distribución de planta	16
2.4	Líneas de producción	23
2.4.1	Cabinas para equipo de cómputo	23
2.4.2	Otros productos	26
3	DIAGNOSTICO DE LA GESTION DE MANTENIMIENTO	28
3.1	Descripción del proceso productivo	28
3.2	Identificación de equipos críticos	39
3.3	Diagnóstico de la instalación	43
4	PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO	49
4.1	Metodología de trabajo	49
4.1.1	Etapas de preparación	50

4.1.2	Etapa de introducción	60
4.1.3	Etapa de consolidación	65
4.2	Aspectos involucrados	65
4.2.1	El compromiso de la Gerencia General con el TPM	65
4.2.2	La participación de todo el personal	66
4.2.3	La creación de una organización corporativa para maximizar la eficiencia de la producción	66
4.2.4	La participación de todos los departamentos	67
4.3	Programa de mantenimiento propuesto	67
4.3.1	Plan de mantenimiento autónomo	67
4.3.2	Sistema de mantenimiento planificado	68
4.3.3	Plan de gestión temprana	69
4.3.4	Programa de mantenimiento de la calidad	69
4.3.5	Plan de mantenimiento autónomo administrativo	74
4.3.6	Gestión de seguridad	75
4.3.7	Formación de grupos de TPM	76
4.4	Estrategias de implantación	76
5	Costos	78
5.1	Costos de mantenimiento antes de implantarse el TPM	79
5.2	Costos de mantenimiento después de implantarse el TPM	79
	CONCLUSIONES	86
	BIBLIOGRAFÍA	
	APENDICE	

PROLOGO

El presente trabajo tiene como finalidad presentar el Programa de implantación del “Mantenimiento Productivo Total” (TPM) en la empresa POLINOMIO, que es una pequeña empresa del sector metal mecánico.

En el primer capítulo se presenta una introducción al tema presentando los objetivos, alcances, y señalando la importancia y actualidad del tema.

En el capítulo 2 se presenta una descripción de la empresa y su situación actual, su estructura organizativa, sus recursos humanos, su maquinaria y equipo y la situación actual de sus programas de mantenimiento, para centrar el contexto en el cual se implementa el programa del TPM en la en la empresa.

En el capítulo 3 se muestra el proceso productivo de la empresa, una relación de los materiales que utiliza, se describen las actividades previas al proceso de fabricación y se detallan las actividades de fabricación, con un diagrama de flujo del proceso. Se identifican los equipos críticos y luego se efectúa un diagnóstico de la instalación. Se identifican las fallas más comunes del proceso de fabricación y se elabora un diagrama de causa efecto.

En el capítulo 4 elabora una propuesta de plan de mantenimiento, estableciendo una metodología de trabajo y se describen las etapas de preparación, y los doce pasos de implantación, incluyéndose un plan maestro de implantación del TPM, con las actividades principales que se realizan en cada uno de ellos. También se presenta una estrategia de implantación.

En el capítulo 5 se presentan los costos de los programas de mantenimiento correctivo, y los costos de la implantación del mantenimiento preventivo y la justificación económica de su implantación.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La empresa POLINOMIO no contaba con programas de mantenimiento establecidos ni con registros de datos de fallas y reparaciones ni consignaba información técnicas al respecto. Los datos contables no estaban individualizados específicamente como de mantenimiento.

El mantenimiento era completamente correctivo, y realizado íntegramente por servicios de terceros debido a que el personal no consideraba que esto fuera de su responsabilidad ni estaba capacitado para ello.

Como consecuencia de esta situación no se conocían los costos de mantenimiento ni su influencia en la rentabilidad de la empresa.

1.2 Objetivo

El objetivo del presente Informe de ingeniería es implantar un programa de mantenimiento TPM en la empresa POLINOMIO para reducir sus costos de mantenimiento actuales y mejorar la calidad de los productos.

1.3 Alcances

El tema comprende la elaboración de una propuesta para la implantación del TPM en la empresa POLINOMIO desarrollando los doce pasos de implantación, detallando el Plan Maestro y sus principales actividades. Se complementa con una evaluación de los costos de la aplicación del TPM.

1.4 Importancia y actualidad del tema

La implantación del TPM permite mejorar la calidad de los productos y reducir sus precios. Esto lo hace importante porque el tema de la competitividad de los productos nacionales es vital en la actualidad, debido a que como consecuencia de la globalización del comercio mundial que vivimos y en el cual nos involucraremos aceleradamente a muy corto plazo como consecuencia de la celebración de tratados de libre comercio con países con un desarrollo industrial mayor al nuestro, tendremos que enfrentar la competencia de productos que tendrán una calidad mayor a la de los nuestros y un menor precio.

Nuestra industria en general y en particular nuestra pequeña industria está muy poco desarrollada, con procesos tecnológicos y maquinaria obsoleta, personal poco calificado y lo que es también muy perjudicial, sin sistemas de gestión modernos y eficaces que les permitan modernizarse.

Como consecuencia de esta situación nuestra industria tiene una gran desventaja frente a sus competidores extranjeros porque no podrán competir con los productos importados y al no vender enfrentarán la grave alternativa

de tener que cerrar, con consecuencias económicas y sociales funestas para el país.

La aplicación del TPM es una alternativa para mejorar la competitividad de nuestras empresas y su implantación es una realidad creciente en nuestra industria, sobre todo en la gran industria de transformación, como por ejemplo en aquellas que están en manos del capital extranjero, porque sus gerencias ya poseen el conocimiento y la experiencia en estos temas además están muy conscientes de su importancia económica.

En cambio a nivel de la pequeña industria local no se tiene muy claros estos temas, pues programas como el TPM, además de ser novedosos pueden parecer caros y de aplicación muy complicada lo que hace que este sector, con gran importancia económica y social tenga un futuro riesgoso e incierto.

Como sabemos por otras experiencias, sin ninguna duda, que la implantación del TPM permitirá mejorar la calidad y reducir los costos de producción de las industrias metal mecánicas pequeñas, por ende el tema de la implantación del TPM en ellas es actual y muy importante.

1.5 Limitaciones

Las limitaciones más relevantes derivan de que el informe cubre la etapa de la propuesta inicial para la implantación del TPM y los resultados de un año de aplicación, periodo que resulta corto para una evaluación completa de los resultados del TPM, debido entre otras cosas que este se aplica gradualmente a lo largo del tiempo y durante el primer año no se realizan ni implementan todas acciones previstas o recomendadas en el TPM.

Otra limitación importante es que se consideran solo las acciones de corto plazo, pues las de mediano y largo plazo quedan fuera del periodo de evaluación, más aún, estas propuestas se deberán desarrollar en base a los resultados que se obtengan durante la ejecución del TPM.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1 Generalidades

2.1.1 Tipo y sector de la empresa

La empresa POLINOMIO SRL es una empresa de tipo privada que corresponde a la industria de manufactura y ensamble, en el sector metal mecánico, especializada en la fabricación de equipos de soporte en sistemas de telecomunicaciones como cabinas para sistemas informáticos con cableado estructurado.

Polinomio es una Sociedad Anónima creada el 05 de agosto de 1997, con sede central en Lima, Perú, cuyo objeto social fue el de desarrollar sistemas de información. En 1998, cambia de giro social al de manufactura metalmecánica, especializada en el sector de telecomunicaciones, informática, datos y ramas afines.

2.1.2 Ubicación

La empresa POLINOMIO se encuentra en el Parque Industrial San Pedrito, distrito de Surco de Lima metropolitana.



Fig. 2.1 Vista exterior de la Planta

2.2 Organización de la empresa

La empresa se organiza con la estructura que se muestra en el organigrama de la figura 2.1 y se detalla a continuación:

2.2.1 Gerencia General

Es responsable de la marcha de la empresa y sus atribuciones son las legalmente establecidas en la constitución de la empresa.

Para efectos del presente estudio el gerente es el responsable de los aspectos técnicos y económicos de todas las actividades de la empresa.

2.2.2 Departamento de Ventas y Marketing

Este departamento depende de la Gerencia General, se encarga de planear el desarrollo del mercado y de realizar las ventas, atendiendo la cartera de clientes de la empresa para lo cual cuenta con dos vendedores con conocimientos especializados sobre instalaciones informáticas.

Las funciones que desempeña son:

Desarrolla estrategias de productos.

Organiza campañas de publicidad.

Elabora planes de negocios.

Recolecta información de los competidores.

Estudia el lanzamiento de nuevos productos.

Elaborar la proyección de las ventas.

Elabora las cotizaciones de los productos.

Servicio de atención al cliente.

La cartera de la empresa tiene como clientes a empresas como: Telefónica, Telmex, Nextel, Diveo Comunicaciones, Millicom, Luz del Sur, Graña y Montero Data, Euroinsta, Alcatel entre otros.

2.2.3 Departamento de Administración y Contabilidad

Depende de la Gerencia general cuenta con un contador público y una secretaria. Sus funciones son:

Planear y organizar las actividades de la empresa.

Controla, organiza e integrar al personal.

Contratar nuevo personal.

Elabora los contratos y se encarga de los aspectos legales de la empresa mediante servicios de terceros.

Realiza la dirección y control de procesos de la empresa.

Elabora los estados financieros de la empresa, pago a tiempo a proveedores, control de deudas, contacto con entidades financieras.

2.2.4 Departamento de Logística y Operaciones

Depende de la Gerencia General se encarga de la adquisición y almacenamiento de materiales e insumos, de la fabricación de los productos de la empresa, del almacenamiento y envío a los clientes.

Sus funciones son:.

Controla el stock y la venta de productos.

Coloca órdenes fabricación de acuerdo con los tiempos de envío regulares.

Se encarga de determinar los costos de producción de la empresa.

Efectúa el control de calidad de los productos.

Soporte técnico.

Esta es una producción de tipo intermitente, porque los productos se fabrican exclusivamente bajo pedido, con diseños, dimensiones y cantidades que en cada caso dependen de las necesidades particulares de los clientes, los que detallan en cada orden de fabricación.

El proceso de producción se inicia una vez aprobada la cotización enviada al cliente.

2.2.5 Recursos Humanos

La empresa cuenta con el personal estrictamente necesario para realizar todas las actividades de la empresa.

Recursos Humanos están conformados por nueve personas, cinco de las cuales están en el área de administración y ventas, cuatro en el área de la producción.

La distribución del personal es la siguiente:

Departamento de Ventas y Marketing

2 vendedores especializados en ventas de gabinetes para uso centros de computo y en telecomunicaciones.

Departamento de Administración, Contabilidad y Finanzas

1 Contador Público Colegiado, que se encarga de la marcha administrativa, de los aspectos contables y tributarios de la empresa.

1 Secretaria, a cargo de las actividades secretariales de la administración, asistencia a la Gerencia General y apoyo en la documentación del Taller.

Departamento de Logística y Operaciones

1 Supervisor de Planta que se encarga de dirigir, supervisar y controlar todas las operaciones del taller. Se encarga de coordinar la reparación de los equipos y máquinas. Supervisa los trabajos encargados a terceros.

3 Obreros que se encargan de ejecutar las operaciones de fabricación del taller que principalmente son de corte, doblado, taladrado, pintura e

instalación de componentes eléctricos. La cantidad de operarios es variable de acuerdo a la carga de trabajo.

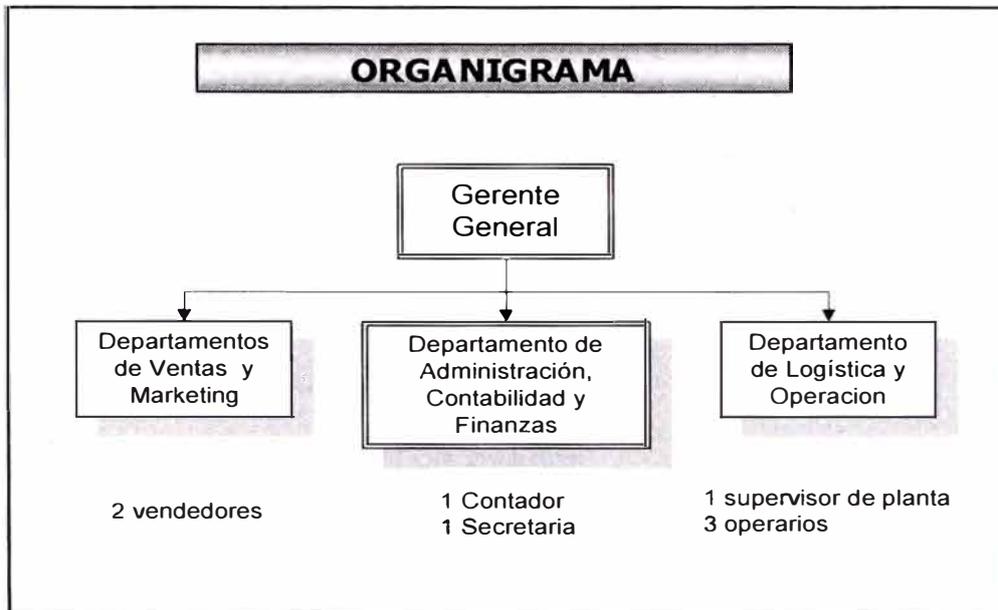


Fig. 2.2 Organigrama de la empresa POLINOMIO.

2.2.6 Máquinas y equipos de Taller

El proceso productivo corresponde a uno de mecánica ligera, las máquinas y herramientas con que cuenta son de operación manual.

El departamento de logística y operaciones que en la empresa es el que ejecuta las labores de producción, cuenta con todas máquinas, equipos y herramientas necesarias. Las principales de ellas son:

Cizalla:

Máquina destinada para el corte de planchas de acero.

Cantidad disponible : 1 unidad

Marca	Cincinnati
Características de la plancha	
Material	Acero SAE1020
Espesor máximo	¼" (6 mm)
Longitud máxima	8 pies (2,40 m)

Cuenta con las siguientes componentes y accesorios:

- Cuchilla de corte
- Motor Eléctrico
- Sistema de Control de avance
- Sistema de Engranajes

Plegadora

Máquina destinada para el doblado de las piezas.

Cantidad disponible 2 unidades

Marca Industrias Metalúrgicas Volcán

Características de la plancha

Material	Acero
Espesor	1.5 hasta 3 mm.
Longitud	2500 a 600 mm

Taladros de Columna:

Máquina destinada para la realización de agujeros.

Cantidad disponible 3 unidades

Marca ASEVER,

Modelo RDM-270F

Potencia 1 HP

Accesorios

Brocas, y machos para hacer roscados

Picota (Cizalla manual)

Máquina destinada a realizar cortes de esquinas de las planchas.

Cantidad 01 unidad

Marca Industrias Metalúrgicas Volcán

Cizalla Múltiple

Máquina destinada a realizar cortes diversos.

Cantidad 01 unidad

Marca Buffalo Forge Company de Universal Iron Worker.

Prensa:

Máquina destinada a hacer agujeros con matrices.

Cantidad 02 unidades

Marca Peloplás de Brasil.

Máquina de soldar:

Máquina para soldar planchas de acero.

Cantidad 03 unidades

Características de las planchas

Material Acero Sae 1020

Espesor de la plancha 6mm

Equipo de Pintura:

Máquina y cabina para pintar que utiliza el polvo electrostático.

Cantidad 02 unidades.



Cizalla



Equipo de pintura

Fig. 2.3 Máquinas existentes en el taller

2.3 Descripción de las instalaciones

2.3.1 Distribución de Planta

La distribución de planta que tiene actualmente el taller se realizó sin una evaluación técnica del proceso productivo, orientándose a un acomodo razonable de las máquinas con que se iniciaron las operaciones de la empresa. Al aumentarse el número de máquinas, estas simplemente se acomodaron de la mejor manera posible.

Una evaluación preliminar de la actual distribución de planta estableció que:

El flujo de materiales y de productos semiterminados tiene un recorrido excesivo, con cruces innecesarios que alargan los tiempos de fabricación y evidencian una inadecuada distribución de planta.

Los materiales que se utilizan se acomodan en el taller debido a que no se cuenta con un almacén.

Parte del marketing de POLINOMIO es invitar a sus clientes al taller, quienes podrían observar estos defectos, lo cual es inconveniente para la imagen de la empresa.

Con el objetivo de optimizar el proceso productivo y mejorar la imagen de la empresa se decidió efectuar una nueva distribución de planta.

De acuerdo a la frugalización del proceso de fabricación, las actividades de las diversas áreas se enfocan en el cliente.

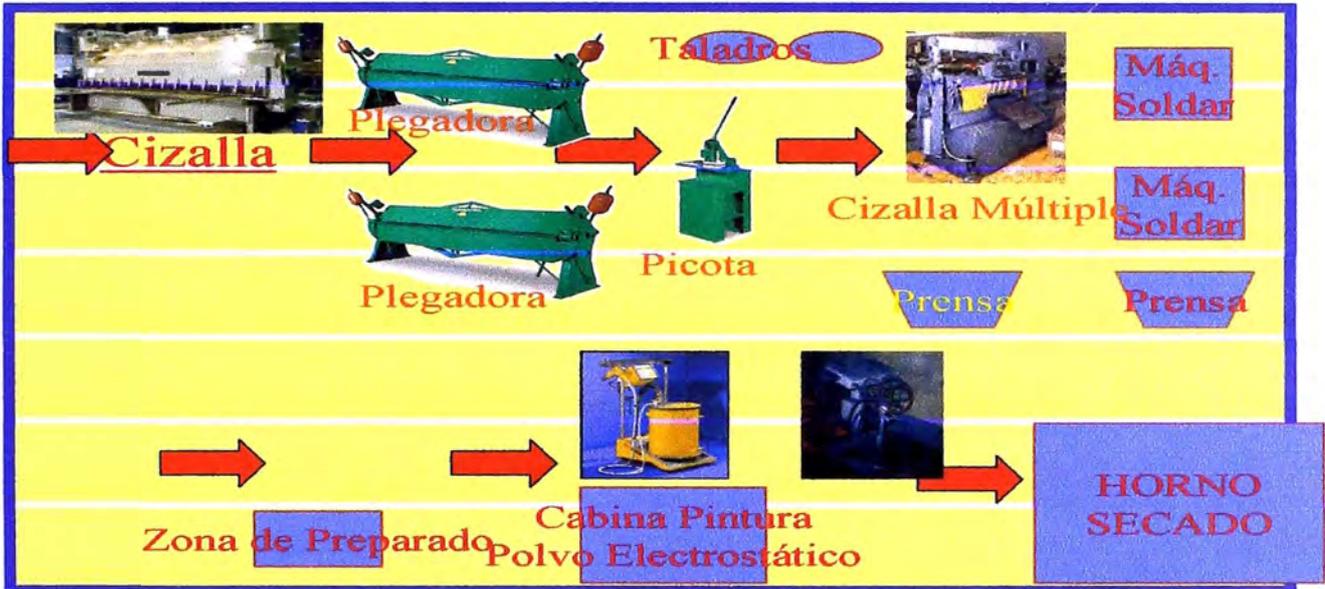


Fig. 2.3 Distribución de planta inicial.

En el caso del taller, resulta muy importante porque es visitado por los clientes cuando realizan la recepción de sus productos. Entonces, además de ver la calidad de la fabricación de su producto, también observan el estado de la planta formándose una buena o mala opinión general de la empresa.

Esta opinión resulta determinante para obtener una mayor cantidad de nuevos clientes.

Para optimizar los procesos, el planeamiento de esta nueva distribución de la planta se ha dividido en las siguientes etapas:

a) Localización:

- La planta se ubica en el distrito de Surco viejo, ciudad industrial San Pedrito.

- El área total de la planta es de 315 m², y sus dimensiones son: 35 m de fondo y 9 m de ancho).

b) Distribución general:

- El taller se dividirá considerando un área para cada uno de los procesos de la planta, considerándose las siguientes:
 - Área administrativa.
 - Área de producción.
 - Área de almacén.
- En el área de producción se identifican las operaciones de fabricación que en ellas se realizan y las máquinas o equipos se utilizan en cada caso.
- Se determinan las interrelaciones de cercanía de las áreas por actividades y operaciones de fabricación. Se establece la ubicación de las áreas de los procesos de administración y ventas, pero en el caso del taller no se considera el taller como tal, si no de cada una de las operaciones de fabricación que se realizan en él.
- En la tabla 2.1 se muestran los valores de la calificación de cercanía y los valores determinados para las relaciones de las actividades consideradas.

c) Plan detallado de distribución:

- Identificar el grado de interrelación necesario.

- Ubicación de las áreas. Las ubicaciones de las áreas de administración y ventas son fijas y las del taller son contiguas.
- Las dimensiones de cada área varían de acuerdo las necesidades de la planta.
- Dentro del área de taller se distribuyen las ubicaciones de las operaciones de fabricación. Estas tienen sus ubicaciones fijas, pero sus dimensiones son variables y flexibles, pues dependen tanto del tamaño y cantidad de máquinas como de su disposición, la cual se reacomoda según la demanda de productos.

d) Control de movimientos:

El control de movimientos se realiza para:

- Cumplir con los principios de mínima distancia.
- Aprovechamiento del espacio al máximo.

e) Disposición final

La disposición final de la distribución de actividades de la planta según relaciones de cercanía se muestra en la figura 2.2 y la distribución de planta propuesta en la figura 2.3.

Tabla 2.1 Relaciones de cercanía entre actividades y operaciones de fabricación

Actividades	Ventas	Prensado	Doblado	Soldado	Administración	Corte	Horneado	Lavado	Almacenamiento	Pintado	Taladrado	Ensamble
Ventas		X	X	X	A		X		I	X		
Prensado	X		A	I	X	A	I		I		A	
Doblado	X	A		A	X	I						
Soldado	X	I	A		X							
Administración	A	X	X	X			X		I	X		
Corte		A	I						A		A	
Horneado	X	I			X					A		A
Lavado										A		
Almacén	I	I			I	A						
Pintura	X				X		A	A				
Taladrado		A				A						
Ensamble							A					

Cercanía de actividades	Valor adoptado
Absolutamente necesario	A
Importante	i
Indeseable	x

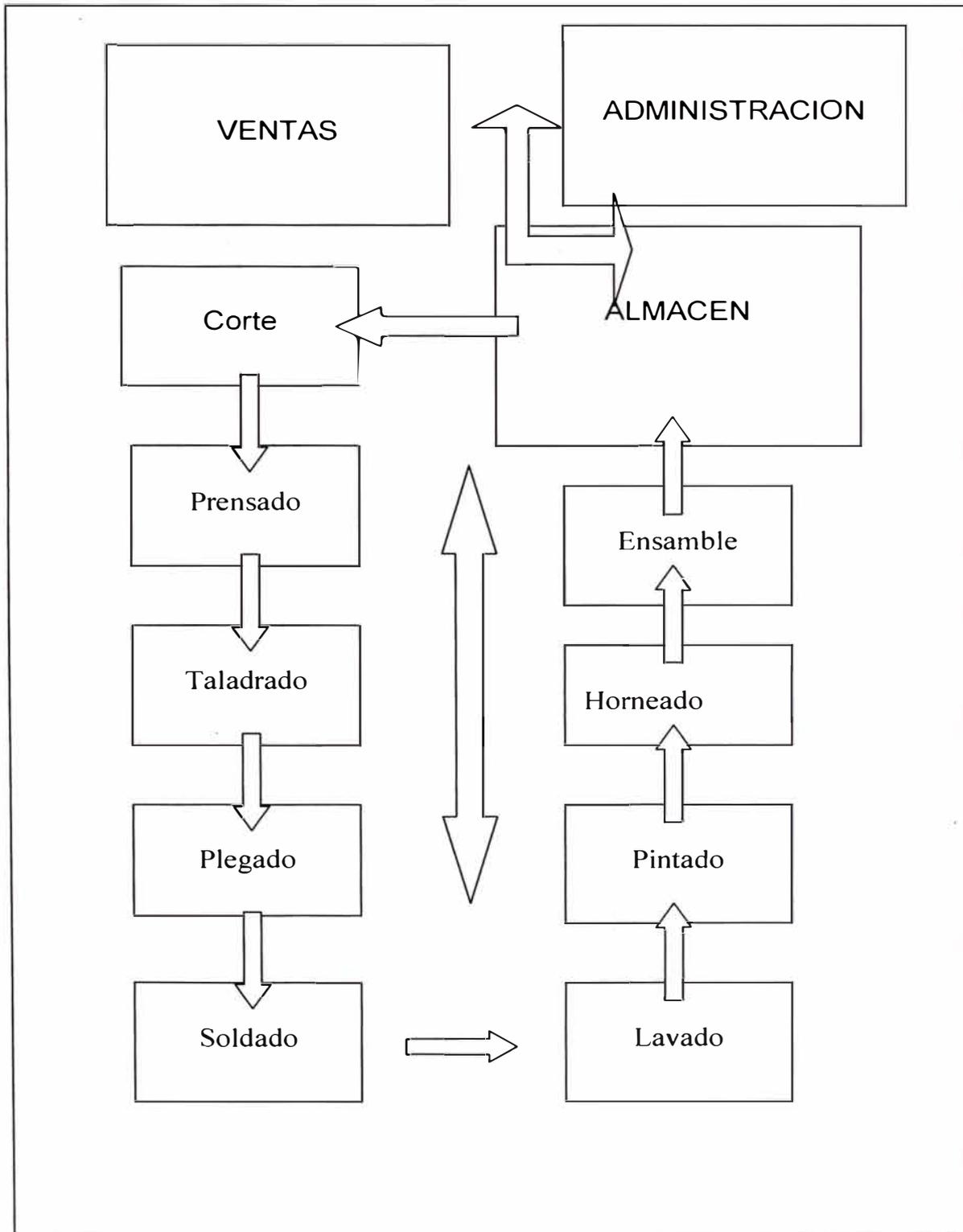


Fig. 2.2 Distribución actividades de fabricación propuesto

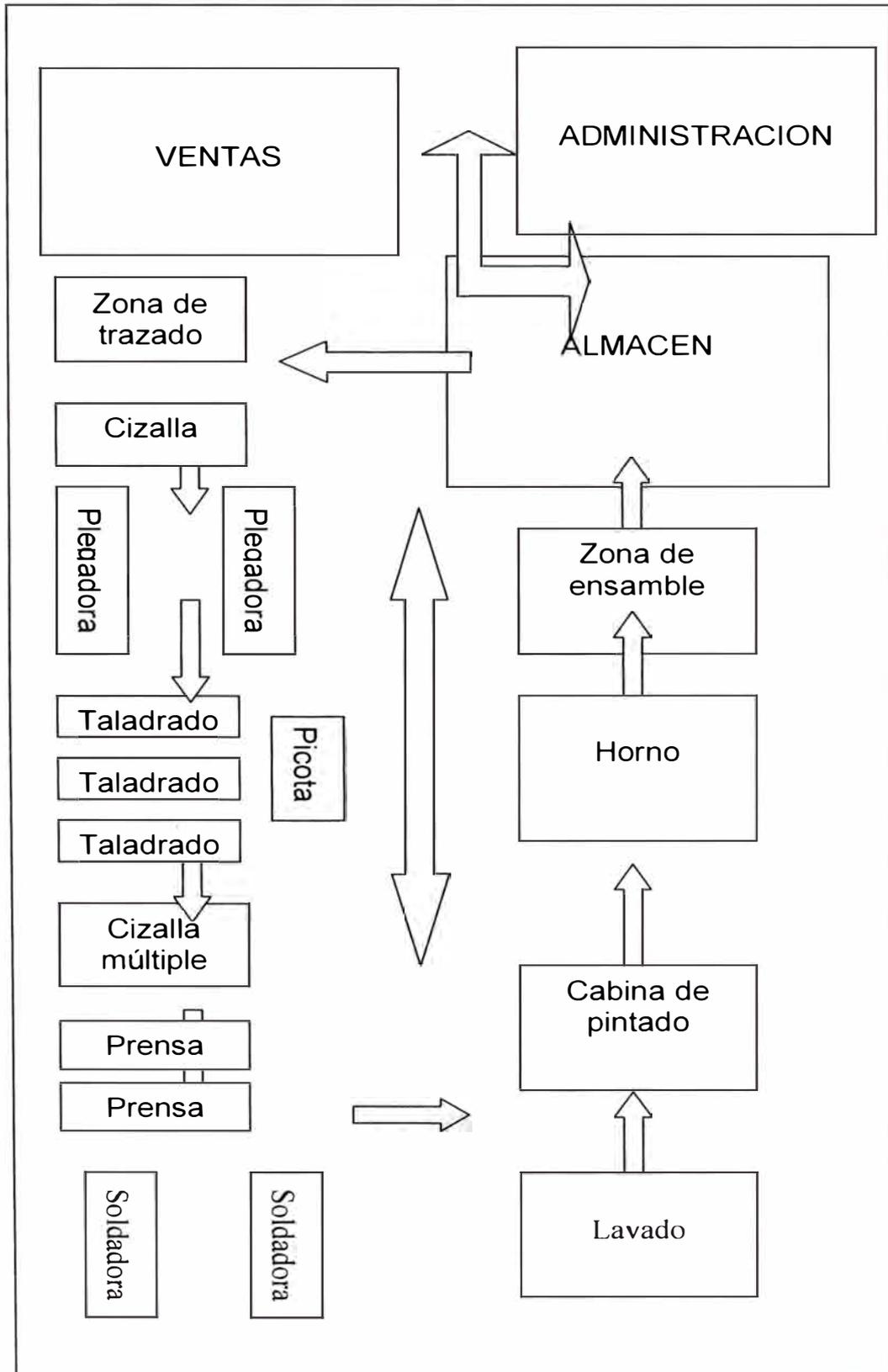


Fig. 2.3 Distribución de Planta propuesto

2.4 Líneas de Producción

2.4.1 Cabinas para equipo de cómputo

Las cabinas para equipo de cómputo se utilizan para sistemas informáticos de transmisión de data, que también se denominan Cableado Estructurado. A estas cabinas comúnmente se les llama cabinas cúbicas, aunque geométricamente no son cúbicas, van equipadas con diversos hubs, servidores, bandejas con grandes volúmenes de cables y conectores

Descripción de las cabinas cúbicas

Las cabinas cúbicas son de dos tipos, cabinas de piso y cabinas de pared.

Cabinas de piso:

Estas cabinas son para equipos de cómputo de 19" y 23".

Características Estándar.

Se diseñan según normas técnicas internacionales con dimensiones estándares ya que los productos que almacenan como hubs, servidores y bandejas tienen medidas estándares internacionales. Sus espacios entre columnas se establecen según normas EIA/TIA.

Tienen cuatro columnas de montaje con puerta frontal, paredes laterales y techo desmontables fabricadas 100% en planchas de acero. La puerta frontal es de vidrio de 6mm o plexiglas con cerradura de seguridad. La cabina se apoya sobre un sistema de garruchas para facilitar su transporte.

El acabado es pintado en polvo electrostático y secado al horno.

Accesorios: Tiene un ventilador, cuya capacidad puede ser de 100 CFM o 30 CFM, ubicado en el techo, así como paneles de energía y barras de tierra Grounding.

Según las necesidades de los clientes también cuentan con otros accesorios como bandejas, bandejas deslizables, guías para cables, para rack y cabinas de 19 o 23 pulgadas.

Cabinas de Pared:

Tienen las mismas características que las de piso. Sólo varían en las dimensiones.

Las características Técnicas son:

- Para equipos de 19" o 23".
- Totalmente desmontables: laterales, piso, techo.
- 04 columnas de montaje con agujeros con rosca, de paso 5/8" x 5/8" x 1/2" (EIA/TIA) regulables en toda la profundidad de la cabina. Acabado tropicalizado.
- Puerta frontal con vidrio o acrílico de acuerdo a la solicitud, chapa y llave.
- Puerta posterior con chapa y llave.
- 02 paneles laterales desmontables con branquias de ventilación.
- Salida de cables: en piso y techo agujero tipo ojal.
- 01 ventilador o extractor colocado en el techo.
- 04 garruchas.

Estas cabinas pueden tener algunas modificaciones de acuerdo al modelo solicitado por el cliente, como color sea para pared o piso.

Asimismo se ofrecen diferentes opciones a solicitud del cliente:

- Fabricada en plancha galvanizada para exteriores.
- Techo en declive para protección contra la lluvia en exteriores.
- Puerta frontal metálica, chapa y llave.
- Puerta posterior tipo panel desmontable, ideal cuando no se tiene espacio suficiente para abrir la puerta.
- Llave maestra para que todas las puertas se abran con la misma llave.
- 02 columnas de montaje adicionales.
- Bandejas y accesorios.

Los clientes esperan que este producto tenga un buen acabado, por tal motivo al momento de la fabricación se debe tener especial cuidado en los acabados de soldadura y pintura. El producto cuenta con 2 años de garantía y atiende cualquier tipo de requerimiento adicional que solicite el cliente.

El producir las cabinas requiere de conocimiento de actividades en metal mecánica comunes como son: corte, doblado, soldado, perforado y pintura por tal motivo el personal se encuentra preparado para realizar la producción del producto.



Fig. 2.4 Cabina cúbica

2.4.2 Otros productos

Asimismo dentro de la rama de las telecomunicaciones la empresa ha desarrollado otros tipos de productos, como las Estaciones de Trabajo y los soportes para cables.

Las Estaciones de Trabajo son estructuras diseñadas para organizar una serie de computadoras y servidores u otros equipos de cómputo que generalmente son adquiridas para centros informáticos.

Como los centros informáticos tienen equipos y accesorios informáticos de diferentes tipos, la composición de cada Estación de Trabajo varía según los requerimientos del cliente. Por este motivo las Estaciones de trabajo tienen diferentes configuraciones y sus dimensiones, como la altura y ancho, no tienen medidas estándares. Debido a esto su diseño y construcción se hacen bajo pedido.

Los soportes para cables también tienen configuraciones diferentes y su diseño y construcción se realiza bajo pedido.

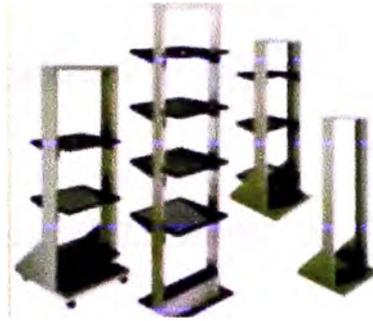


Fig.2.5 Estación de trabajo



Fig. 2.6 Estación de trabajo múltiple

CAPITULO III

DIAGNOSTICO DE LA GESTION DE MANTENIMIENTO

3.1 Descripción del proceso productivo

La producción es de tipo intermitente porque las cabinas cúbicas se fabrican por lotes en la cantidad solicitada por los clientes. Estos pueden ser desde una sola unidad hasta un lote, lo que se especifica en cada orden de fabricación debidamente aprobada.

El proceso productivo es básicamente uno de fabricación de estructuras metálicas ligera, ensamble de componentes e instalación de equipo eléctrico y electrónico.

Los principales materiales insumos y equipos se detallan a continuación.

Materiales e insumos

Para la fabricación de las cabinas cúbicas descritas en el capítulo anterior se requieren básicamente los mismos insumos, debido a que la cabinas cúbicas tanto de piso como de pared tienen las mismas características por lo que los materiales son los mismos.

Las variaciones se producen generalmente en las cantidades de estos materiales e insumos debido no solo al tamaño de los lotes pedidos, sino

también porque las cabinas requeridas por los clientes tienen diferentes configuraciones y tamaños.

Los principales materiales e insumos utilizados en la fabricación de una cabina típica se presentan en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Principales materiales e insumos

MATERIALES
Planchas de acero
Tubos de acero
Vidrio
Conductores eléctricos
Pernos
INSUMOS
Varillas de soldadura
Electricidad
Gas
Pintura
Agua
Acido Fosfatizado
Grasa para máquinas

Procesos de fabricación

En el proceso productivo se realizan seis procesos necesarios de fabricación para producir las cabinas que son:

Tabla 3.2 Procesos y equipos

PROCESOS
Corte
Plegado
Prensado
Lavado
Pintado
Horneado
Soldado
EQUIPOS
Chapas y llaves
Equipos electrónicos (sobre pedido)
Ventilador
Sistema de puesta a tierra

Luego de concluidos estos procesos los productos pasan por un control de calidad que consiste en revisar todas las piezas. En caso de encontrarse atributos errados estos se corrigen para evitar que los productos fallados sean devueltos por los clientes.

El valor agregado del producto es su estética porque estos son productos que forman parte de instalaciones que están expuestas a la vista del público por lo que deben ser atractivas, cómodas y agradables.

Como la estética de los productos depende principalmente de sus acabados estos deben ser muy bien realizados por lo que se toman muchos cuidados en las operaciones de la soldadura, esmerilado y especialmente en las de pintura.

El acabado de la pintura debe ser de muy buena calidad lo que se logra con el proceso de pintado con polvo electrostático y secado al horno, lo que además de la estética le proporcionan al producto la ventaja adicional de mayor tiempo de duración.

Actividades previas a la fabricación

Para atender una orden de compra de un cliente se siguen dos etapas, que son:

Una que se considera etapa preliminar porque precede a la producción, la que se inicia cuando la empresa recibe la solicitud de cotización del cliente y comprende las actividades desde su recepción hasta la aprobación de la orden de fabricación. La secuencia de actividades presenta en el diagrama de flujo de la figura 3.1

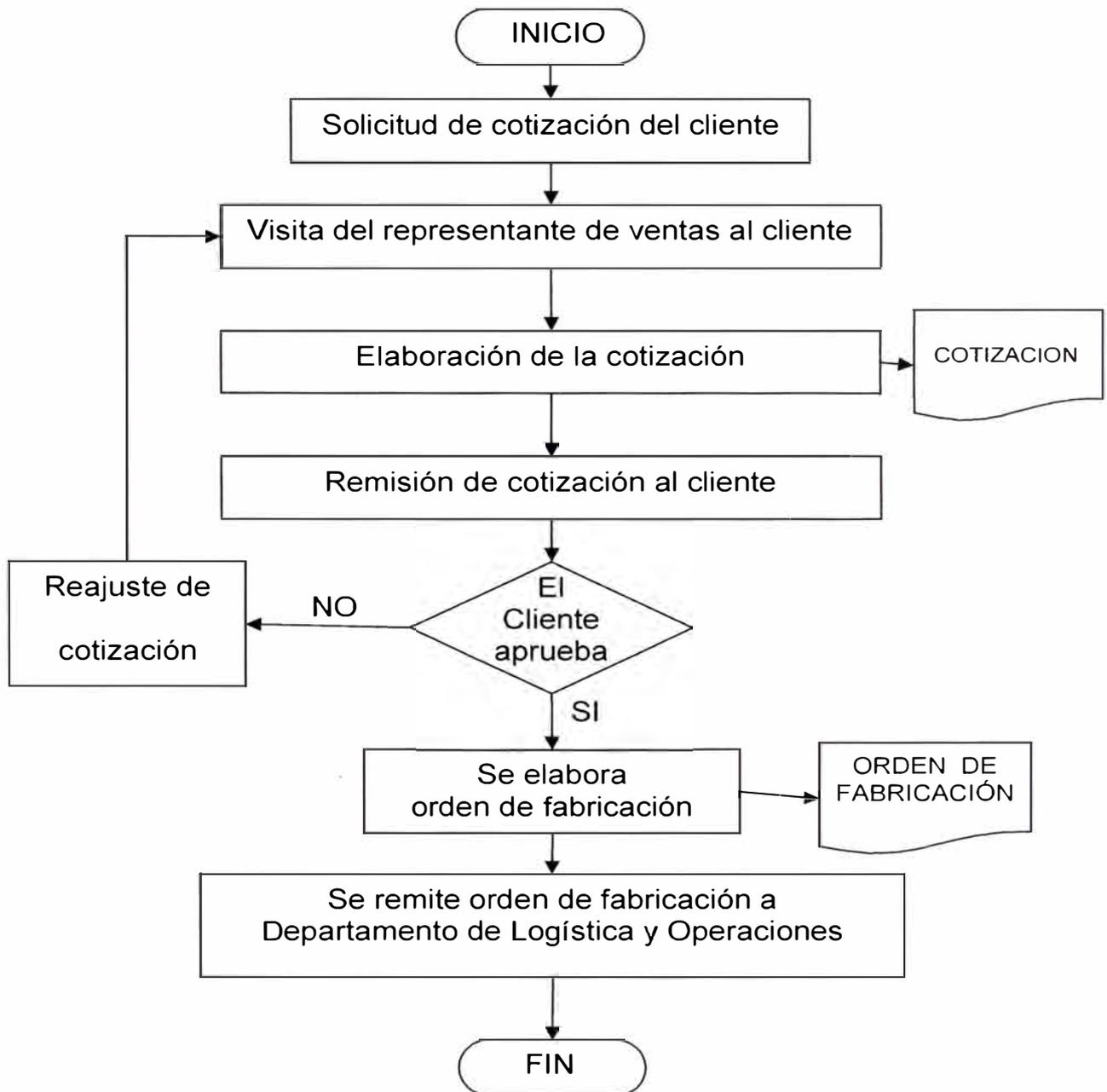


Fig. 3.1 Diagrama de flujo actividades de la etapa preliminar que precede a la de fabricación

Actividades de producción

La segunda etapa es de producción, y comprende todo el proceso de fabricación desde la recepción de la orden de fabricación hasta la aprobación y conformidad del producto por parte del cliente.

El proceso productivo de las cabinas cúbicas tal como se ejecuta en la actualidad se representa en el diagrama de flujo de procesos de la fabricación de la cabina que se muestra en la figura 3.2 y es el siguiente:

1. Compra de materiales

Una vez aprobada la cotización se procede a realizar la compra de materiales e insumos necesarios para la fabricación de la cabina.

2. Corte de planchas para puertas

Se coloca los topes a la cizalla de acuerdo a las medidas necesarias y se cortan las planchas. De estas se obtienen las partes necesarias para las 2 puertas frontal y posterior, los dos laterales, techo y piso.

3. Corte de tubos cuadrados de estructura

Paralelamente se llevan los tubos cuadrados a la máquina de corte en la cual se procede a cortar cada tubo de acuerdo a las medidas necesarias para la estructura de la cabina para luego pasar a la sección soldadura a fin de unirlos.

4. Transporte de piezas cortadas a la prensa

Las piezas cortadas se llevan a la prensa en la cual se ha colocado previamente los topes necesarios y la matriz, para realizar los siguientes agujeros:

Apertura de agujeros en columnas

- a. En las columnas de montaje se hacen los agujeros de acuerdo a las normas EIA/TIA que establece que sean de $5/8'' \times 5/8'' \times 1/2''$.
- b. Apertura de rejillas de ventilación
- c. En las puertas laterales se hacen unas rejillas que son para ventilación utilizando una matriz.

5. Doblado de las planchas de la puerta frontal

De la prensa las piezas pasan a la plegadora en la cual se realizan los dobleces de acuerdo a los planos de la cabina.

La puerta frontal tiene cuatro 4 partes. En tres de ellas se realizan los doblados correspondientes.

6. Taladrado de agujero para chapa en plancha de puerta frontal

La cuarta pieza de la puerta frontal pasa por el taladro de columna para taladrar el agujero para la chapa de cierre de la puerta.

7. Soldado de las piezas de las puertas

Una vez dobladas las piezas de las puertas frontal, posterior y laterales, ellas pasan a la sección de soldadura donde se sueldan las partes que corresponden.

8. Taladrado de roscas en columnas de montaje

Las piezas que corresponden a las columnas de montaje pasan al taladro de columna, en el cual se pasa el macho que da la forma de rosca al agujero.

9. Doblado de columnas de montaje

Las columnas de montaje pasan a la plegadora en la cual se doblan de acuerdo a los planos.

10. Taladrado de agujeros en techo y piso

El techo y el piso pasan al taladro de columna en el que con una herramienta tipo compás se realiza, en el techo el agujero donde irá el ventilador de la cabina y en el piso de la cabina el agujero para el paso de los cables.

11. Doblado de techo y piso

Estas piezas luego pasan a la plegadora en la cual se realizan los dobleces necesarios.

12. Soldado de piezas a la estructura

Las piezas pasan a la sección soldadura y se sueldan a la estructura, el techo y piso se sueldan a dicha estructura. A la puerta frontal se sueldan las pestañas para sujetar el vidrio. Las puertas se unen a la estructura con bisagras.

13. Ensamble de la cabina, previo para inspección.

Una vez concluido el trabajo de soldadura se realiza un armado previo de la cabina y se efectúa una inspección y revisión de control de calidad. De encontrarse alguna observación se corrige en el instante.

14. Tropicalizado de columnas (Servicio de terceros)

Las cuatro columnas de montaje son enviadas al servicio de tropicalizado el cual no se realiza en la empresa.

15. Lavado anticorrosivo de piezas

Las otras piezas son lavadas con ácido anticorrosivo para dejarlas perfectamente limpias de óxidos, grasa y otras impurezas que puedan afectar el proceso de pintado.

16. Pintado con polvo electrostático

Todas las piezas son pintadas con polvo electrostático de acuerdo a los colores solicitados por el cliente.

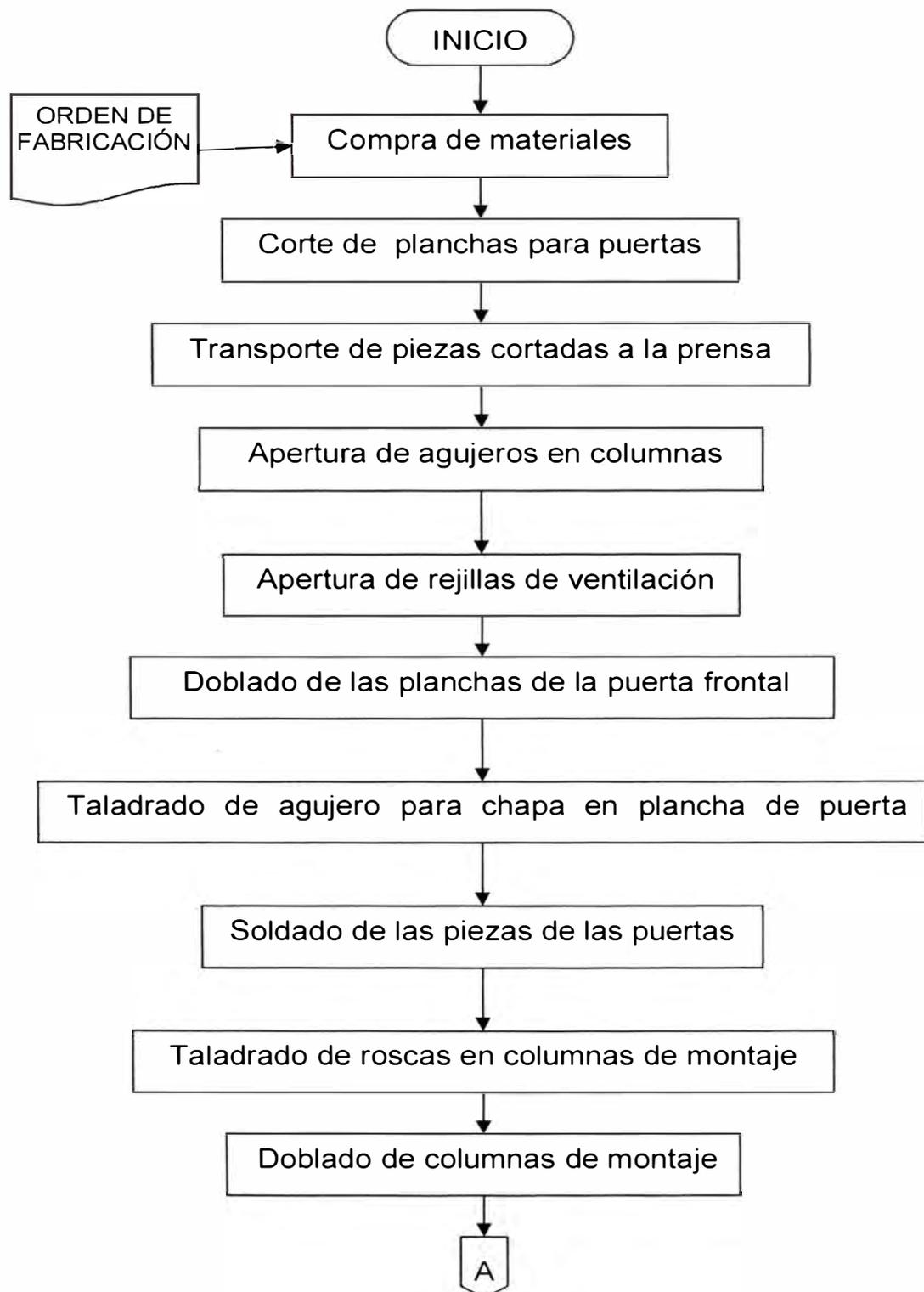


Fig. 3.2 Diagrama de flujo de proceso de fabricación

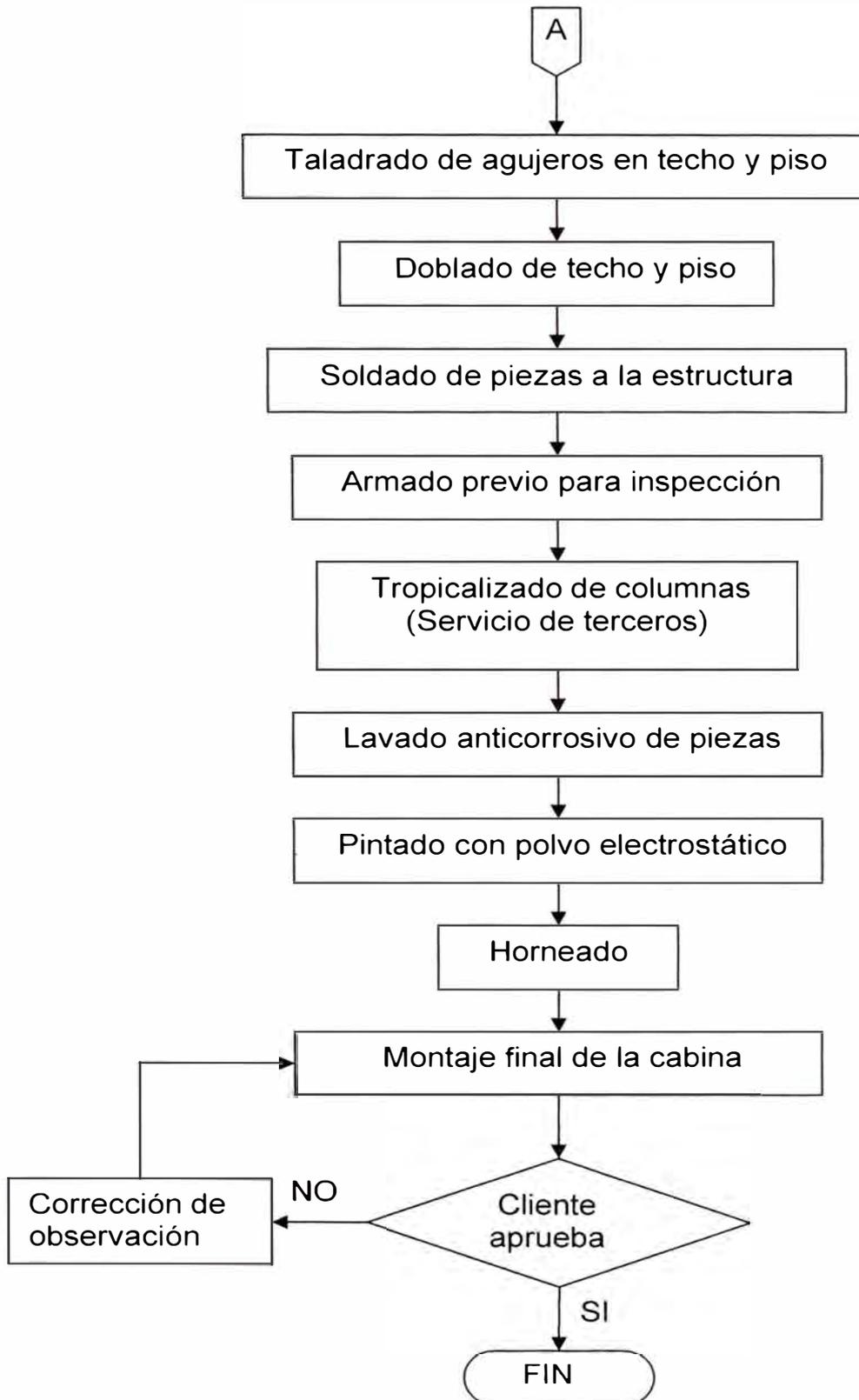


Fig. 3.2 Diagrama de flujo de proceso de fabricación (continuación)

17. Secado al horno

Las piezas son secadas al horno a las temperaturas y tiempos especificados por el fabricante.

18. Montaje final de la cabina

Se arma la cabina con todas sus piezas, se instalan sus componentes: ventilador, la chapa y el vidrio de la puerta.

19. Control de calidad

Se realiza una inspección final de control de calidad a la cabina para verificar su perfecto estado y subsanar de inmediato cualquier defecto. Este control lo realiza el jefe en cada una de las cabinas fabricadas.

Los defectos o errores pueden ser de las siguientes clases:

- Olvido en soldar piezas y esquinas.
- Acabado en soldadura.
- Dobleces de las piezas, las hacen chuecas o no están paralelos.
- Olvidar de hacer agujeros.
- Hacer rosca a los agujeros.

3.2 Identificación de equipos críticos

La identificación de los equipos críticos tuvo la dificultad de no contar con registros de las fallas y reparaciones de las máquinas. Solo se contó con información parcial, lo que se debe a dos razones fundamentales.

La primera es que inicialmente todas las máquinas se adquirieron de segundo uso y los vendedores no dieron ninguna información sobre el historial de fallas y reparaciones limitándose a señalar que eran repotenciadas y se encontraban en buen estado de funcionamiento.

La segunda razón es que la empresa no contaba con planes ni programas de mantenimiento, y solo viene aplicando un mantenimiento correctivo cuando estas fallaban. En estos casos, cuando la reparación se realizaba en la empresa no quedaba ningún registro y si la reparación la realizaban terceros, y solo queda un registro contable en el que no se da ningún dato técnico sobre la falla.

Una buena fuente de información confiable disponible de las fallas y reparaciones, son los datos que pudo proporcionar el Gerente General, quien conoce a grosso modo que en el tiempo que viene trabajando con ellas se han presentado pocas fallas.

Para establecer un sistema de mantenimiento que reemplace al correctivo es que se realiza una evaluación de la criticidad de las máquinas para determinar que tipo de mantenimiento se debe efectuar a cada una.

Tabla 3.3 Datos de Criticidad de la máquinas de la planta

variables		ponderación	cizalla	plegadora	taladros	picota	maq de soldar	cizalla multiple	prensa	equipo de pintado	horno
producción	para	4	4							4	4
	reduce	2		2	2	2	2	2	2		
	no para	0									
valor técnico-económico	alto	4								4	
	medio	2	2	2			2		2		2
	bajo	1			1	1		1			
daños consecuenciales A la maquina en si	si	2	2								
	no	0				0					
Al proceso	si	3		3		0		3	3	3	3
	no	0									
al personal operador	riesgo	1			1		1		1		1
	sin riesgo	0				0					
Dependencia logistica	Extranjero	2								2	
	local	0	0	0	0	0	0	0	0		0
dependencia mano de obra	terceros	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	propia	0									0
probabilidad de falla (confiabilidad)	alta	1	0		1				1	1	
	baja	0	0	0		0	0	0			0
facilidad de reparación (mantenibilidad)	alta	1	1	1	1	1	1	1			1
	baja	0							0	0	
flexibilidad en el sistema	simple	2	2	2	2	2	2		2	2	2
	by-pass	1									
	dual	0						0			
			13	12	10	8	10	9	13	18	13

Con la información de la tabla 3.1 anterior se obtienen los datos de criticidad siguientes:

Tabla 3.4 Criticidad y número de máquinas

Criticidad	Número de Máquinas
8	1
9	1
10	2
12	1
13	3
18	1

Gráfico de Criticidad de Máquinas

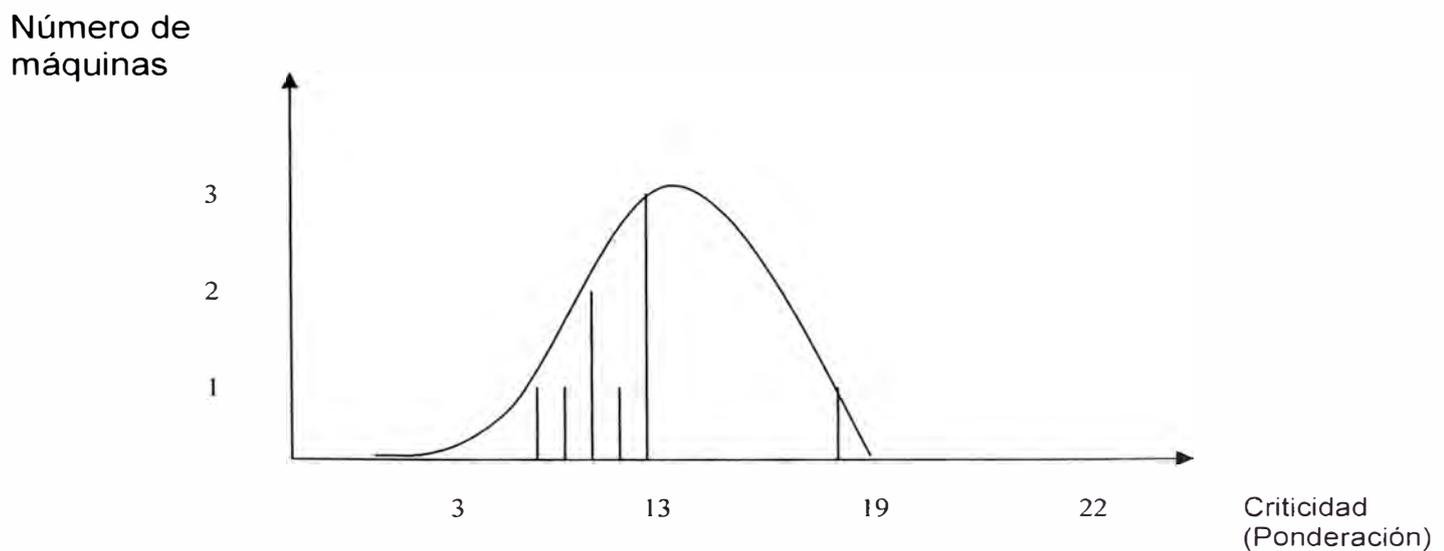


Figura 3.3 Gráfico de criticidad de máquinas

De acuerdo a la criticidad, se deberá hacer Mantenimiento Preventivo al equipo de pintado y Mantenimiento Correctivo al resto de máquinas.

Al equipo de pintado se debe hacer el mantenimiento indicado en el manual del fabricante, que consiste en:

Limpieza del tubo de succión / fluidificación.

Limpieza de la pistola de pulverizado.

Limpieza de la boquilla de atomizado.

Limpieza de inyección.

Limpieza de válvulas de control.

Con relación a la frecuencia.

Pistola de Pulverizado

Diario

Semanal

Boquillas de Atomizado

Diario o después de cada turno

Semanal

Mensual-bimensual

Bimensual

3.3 Diagnóstico de la instalación

Para conocer la situación actual de la planta y enfocar adecuadamente la implantación del TPM se realiza un diagnóstico de la instalación en su estado actual, considerando no solo sus equipos sino también sus

programas de mantenimiento y controles de calidad, a partir de la inspección de la planta y la recopilación de datos de todas las fuentes posibles.

En principio un diagnóstico de la gestión de mantenimiento resulta muy limitado pues como en la empresa prácticamente no se cuentan con planes ni programas de mantenimiento. La gestión de mantenimiento se limita a realizar las reparaciones de las máquinas que fallan.

El control de calidad se realiza al final del proceso de fabricación, para conocer las fallas que se producen actualmente se evalúan los datos del control de calidad de una orden de compra típica de diez productos. Según informaciones obtenidas de diversas fuentes se tiene:

Orden de fabricación

Tipo de producto : Cabina cúbica

Cantidad : 10 unidades.

Registro de defectos

Tabla 3.5 Errores detectados en un lote de 10 cabinas cúbicas

Número de la Cabina	Número de defectos encontrados
1	2
2	3
3	2
4	0
5	3
6	1
7	4
8	1
9	0
10	2

En la planta se midieron los tiempos requeridos para corregir los errores y se obtuvieron los tiempos promedio que se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 3.6 Corrección de fallas

Descripción del error	Tiempo necesario para corregir el error
Olvido en soldar piezas y esquinas	30 min.
Acabado en soldadura	15 min.
Doblez de las piezas chueco o no paralelos	Desperdicio de material
Olvidar de hacer agujeros	35min.
Hacer rosca a los agujeros	20 min

Para determinar las causas de lo errores se elabora un diagrama de causa efecto obteniéndose el resultado siguiente:

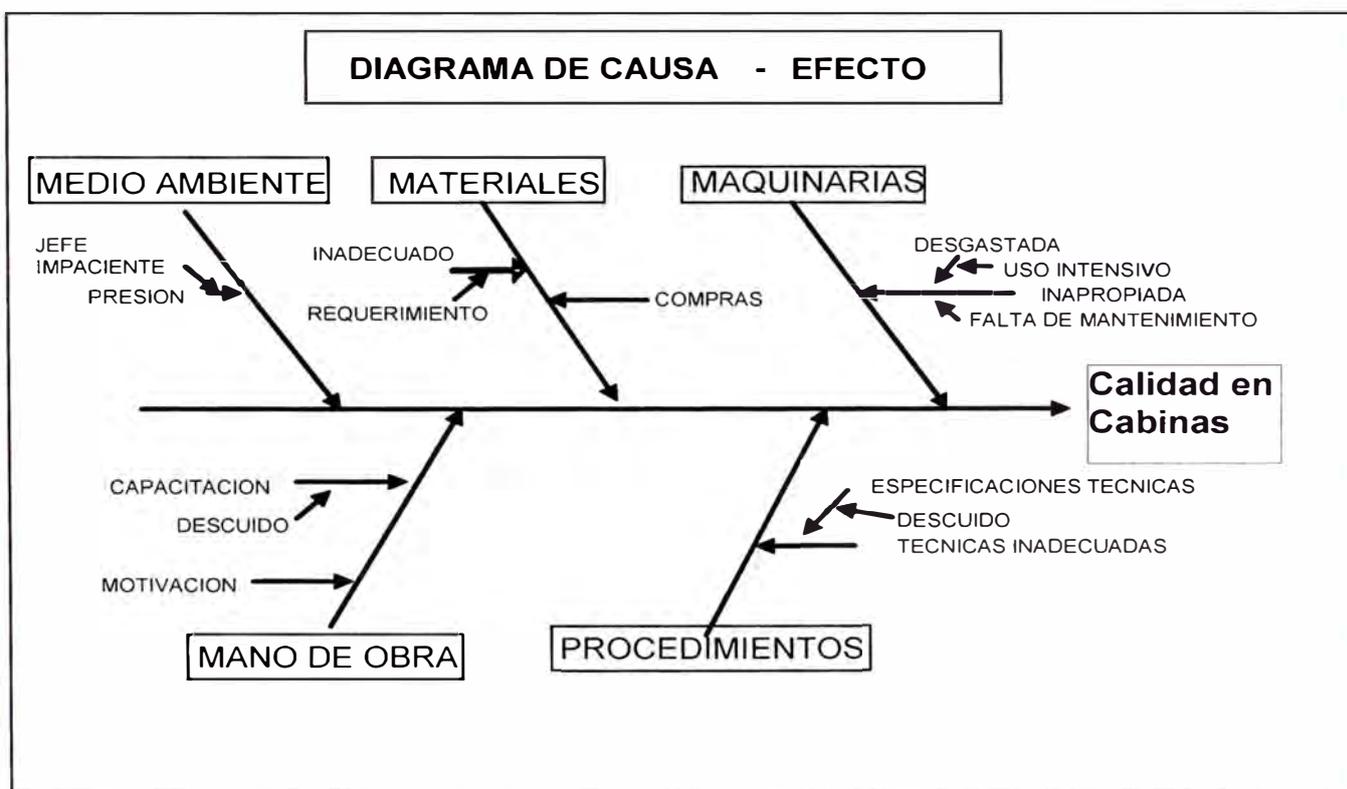


Fig. 3.4 Diagrama de causa efecto

De acuerdo con las causas identificadas se recomiendan las siguientes acciones correctivas:

- Capacitación y motivación al personal.
- Mejor planeamiento del trabajo.
- Mantenimiento adecuado a las maquinas.
- Elaborar documentos de especificaciones técnicas.

El análisis realizado muestra que aunque la empresa es pequeña y tiene pocos trabajadores, sus productos son de mecánica ligera y de ensamble, en el proceso productivo se realizan numerosas operaciones mecánicas con la necesidad de fabricarlos con estándares y normas internacionales, tener

acabados de primera calidad en sus productos terminados, hacen necesaria no solo la implantación de un programa de mantenimiento, sino la implantación de un sistema de mantenimiento productivo total TPM.

El trabajo de campo ha permitido establecer que instalación tiene una inadecuada distribución de planta, por lo cual se propone una nueva distribución de planta para evitar pérdidas de tiempo en movilizar los materiales y productos semiterminados de un puesto de trabajo a otro.

Se debe contar con un adecuado almacén de materiales y productos terminados y un área para la revisión de los productos por parte de los clientes.

Se debe implementar un plan de renovación de equipos pues los actuales son muy antiguos y por ser adquiridos de segundo uso ya cumplieron su vida económica.

Debemos tener en cuenta que el TPM es un modelo completo de dirección industrial. No se trata solo de acciones simples de limpieza, gestionar automáticamente la información de mantenimiento o aplicar una serie de técnicas de análisis de problemas. El TPM es una estructura de management industrial que involucra sistemas de dirección, cultura de empresa, arquitectura organizativa y dirección del talento humano.

Por ello la implantación de un programa de TPM tiene los siguientes objetivos:

Objetivos estratégicos

El proceso TPM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a su contribución a la mejora de la

efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costos operativos y conservación del "conocimiento" industrial.

Objetivos operativos

El TPM tiene como propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallos, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada.

Objetivos organizativos

El TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral en el trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí, todo esto, con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato.

CAPITULO IV

PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO

4.1 Metodología de trabajo

El plan de mantenimiento se adecuará a las características de la empresa y se implantará de manera progresiva con la metodología de los doce pasos para la implantación del nuevo programa de TPM, los que se muestran en la figura 4.1.

Etapa de preparación

- Paso 1: Anuncio de la decisión de introducir el TPM
- Paso 2: Programa de Capacitación
- Paso 3: Crear organización interna
- Paso 4: Establecer objetivos y políticas básicas de TPM
- Paso 5: Plan Maestro para iniciar el TPM

Etapa de Introducción

- Paso 6: Lanzar el Proyecto TPM
- Paso 7: Crear organización corporativa para maximizar la eficacia de la producción
- Paso 8: Crea un sistema para la gestión temprana de nuevos equipos
- Paso 9: Administración de la calidad del proceso
- Paso 10: Crear un sistema administrativo de apoyo eficaz al TPM
- Paso 11: Desarrollo de un sistema para gestionar a salud, seguridad y el entorno

Etapa de consolidación

- Paso 12: Sostener la implantación del TPM y elevar sus niveles.

Figura 4.1 Los doce pasos del nuevo programa TPM

Una característica importante de la empresa es que cuenta con poco personal, el mínimo para realizar sus tareas indispensables tanto de producción como de administración y ventas. Así en el área de producción solo laboran un jefe de taller y tres operarios quienes realizan todas las operaciones de producción, la cantidad de estos últimos puede variar de acuerdo a necesidades de producción.

Esta es una de las razones por las que la empresa no cuenta con un Departamento de Mantenimiento, y explican porque no cuentan con un programa de mantenimiento. También porque el mantenimiento es solo correctivo y se realiza fuera de la empresa, como servicios de terceros.

La otra característica es que fabrica sus cabinas por lotes, y los lotes tienen características particulares en cuanto al diseño, tamaño y número de cabinas por lote.

El TPM se implantará en tres etapas como se detalla a continuación.

4.1.1 Etapa de preparación

Paso 1: Anuncio de la decisión de introducir el TPM

La Gerencia General efectúa el anuncio de introducir el TPM en la empresa.

Para tal efecto se convoca a todo el personal de la empresa recomendando que la asistencia sea total.

Paso 2: Programa de Capacitación

Se inicia un programa de capacitación en TPM con las siguientes actividades mínimas.

Capacitación de todo el personal sobre el significado del TPM para convencerlo de la importancia de su implantación en la empresa POLINOMIO, resaltando que aún cuando la empresa sea pequeña y tenga pocos trabajadores, sus productos deben ser de primera calidad y muy competitivos, lo que los obliga a realizar cambios y mejoras permanentemente.

El Programa de capacitación en TPM consta de:

- Cuatro sesiones semanales de una hora de duración

- Un periódico mural colocado en el Taller.

- Un periódico mural colocado en el área administrativa.

Paso 3: Crear organización interna

La empresa POLINOMIO cuenta con una gerencia General y tres departamentos que dependen directamente de la Gerencia.

En cada uno de ellos se implantará un grupo de trabajo, pero como estos cuentan con un reducido personal, como se muestra en el cuadro de recursos humanos, todo el personal de cada departamento participará en estos grupos.

Paso 4: Establecer objetivos y políticas básicas de TPM

La Empresa ha establecido como su Visión y Misión lo siguiente:

Visión

Ser la empresa metal-mecánica más destacada del sector telecomunicaciones en el Perú, ofreciendo soluciones únicas de calidad para cada necesidad de la industria, comercio y comunidad del país y la región americana, desarrollando tecnologías basada en la ciencia e investigación, respetando el equilibrio del ecosistema y conscientes del desarrollo sostenible de la humanidad. Pretendemos contribuir, con nuestras acciones, productos y soluciones a lograr un mundo más justo y feliz.

Misión

- Desarrollar soluciones, productos y servicios de la más alta calidad, para facilitar las telecomunicaciones.
- Nuestros productos y servicios serán únicos y estarán especialmente diseñados para las necesidades particulares de nuestros clientes, esforzándonos por exceder las expectativas de cada uno de ellos.
- Buscar la excelencia académica y profesional de cada uno de nuestros trabajadores, brindándoles programas de formación y desarrollo personal acorde con las más altas exigencias tecnológicas, económicas y sociales del mundo actual.

- Ofrecer una organización atractiva para todos los trabajadores de la empresa, donde puedan desarrollarse íntegramente como personas, e involucrar socialmente a sus familias.
- Exigirnos mantener nuestro compromiso con la sociedad, buscando permanentemente contribuir con la industria, comercio y comunidad en general, para lograr una sociedad más justa y feliz.
- Contar con una infraestructura de la más alta tecnología, que permita un agradable ambiente de trabajo, investigación y servicio.

En este marco de referencia se establecen como políticas de corto plazo:

Tabla 4.1 Políticas y objetivos

POLITICAS	OBJETIVOS DE CORTO PLAZO
Establecer una organización corporativa que apoye la implantación del TPM en la empresa.	Dictar las disposiciones administrativas que faciliten la implantación del TPM. Organizar tres grupos de trabajo para implantar el TPM en la empresa.
Asignar los recursos necesarios para implantar el TPM.	Establecer un presupuesto inicial para realizar la implantación del TPM de S /.10,000, el que se podrá reajustar anualmente según las necesidades.
Efectuar una campaña de reducción de costos del 50 % del costo de fallas.	30 fallos menos con relación al mes de enero del 2006.

Paso 5: Plan Maestro para iniciar el TPM

Para efectuar la implantación del TPM en la empresa POLINOMIO se elabora un Plan Maestro en el que se establecen las actividades que se realizarán en el TPM, de manera que este sea adecuado a las características particulares de la empresa y a su forma de producción.

Teniendo en cuenta estas características, para elaborar el plan Maestro del TPM se evalúa la posibilidad de considerar cada una de las ocho actividades nucleares del TPM y se definen los alcances de cada una de ellas.

1ª Actividad: MEJORAS ORIENTADAS

Las mejoras orientadas son actividades que tienen como objetivo maximizar la eficacia de la producción y lograr una producción con cero defectos.

Maximización de la eficacia de la producción.

Se realiza eliminando sistemáticamente todas las pérdidas hasta lograr cero defectos en la producción deseada.

Para elaborar el Plan Maestro se considera que de las siete principales pérdidas que se producen normalmente en las industrias de ensambles, debido a las particularidades de la forma de producción de la empresa POLINOMIO unas tienen más importancia que otras. Las primeras serán consideradas de primera prioridad y las otras de segunda prioridad, es decir se consideran de manera complementaria en el Plan Maestro.

Pérdidas de primera prioridad

Las pérdidas por procesos de fabricación

Se deben tener en cuenta porque los equipos de la empresa son repotenciados, es decir de segundo uso y reparados, con historial previo a su adquisición desconocido que ya cumplieron su periodo de vida económica. Como en la actualidad ellos presentan pocas fallas es probable que estas se presenten con frecuencia en el futuro.

Las pérdidas de producción normales,

Se tienen en cuenta porque en el proceso de fabricación los materiales pasan por diferentes máquinas y se trasladan de un puesto de trabajo a otro ocasionando pérdidas de tiempo.

Las pérdidas por defectos de calidad

Se deben tener en cuenta para evitar fabricar productos que no cumplan con los estándares de calidad.

Las pérdidas por reprocesos

Están directamente relacionadas con las pérdidas por defectos de calidad anteriormente señalados, aún cuando en estas solo se tienen en cuenta los productos que pueden ser corregidos para alcanzar los estándares de calidad requeridos.

Pérdidas de segunda prioridad

Las pérdidas que no se tienen en cuenta en la primera etapa del Plan Maestro y se dejan para su etapa de consolidación son:

Las pérdidas por paradas programadas y las pérdidas por ajustes por producción no se consideran porque la producción es intermitente. Ellas se

considerarán cuando el volumen de fabricación sea tal que la producción sea continua.

Las pérdidas de fallos por equipos, causadas por defectos de los materiales utilizados en la producción son poco probables porque la calidad de los materiales e insumos utilizados están garantizados por los proveedores que tienen buen tiempo suministrando materiales de calidad. Se tendrán en cuenta cuando por incremento de la producción u otra causa sea necesario ampliar o cambiar la cartera de proveedores.

Las pérdidas de producción anormales causadas por disfunciones o anomalías son poco probables porque las anomalías son poco frecuentes.

2ª Actividad: MANTENIMIENTO AUTONOMO

En este caso particular el mantenimiento autónomo es uno de los principales elementos del TPM.

Se considera implantar un sistema estricto de limpieza de equipos y puntos de trabajo, se realizarán los siguientes pasos:

- a) Limpieza general.
- b) Eliminación de fuentes de contaminación.
- c) Elaborar estándares de limpieza para cada puesto de trabajo y para cada equipo.
- d) Elaborar un manual de limpieza de cada equipo.
- e) Establecer la periodicidad de las inspecciones de limpieza y realizarlas.
- f) Establecer estándares y procedimientos para mantener la calidad y seguridad de los equipos.

4º Actividad: FORMACION Y ADIESTRAMIENTO

Para la empresa POLINOMIO las actividades de formación y adiestramiento en operación y mantenimiento son muy importantes por las razones siguientes:

La primera es que por el tipo de productos, debe estar en condiciones de darles un excelente acabado, por lo que los procesos de fabricación deben ser realizados correctamente y con mucho cuidado. Esto hace necesario que los operarios sean especializados.

La segunda es que por tener muy poco personal, se requiere operarios polivalentes, es decir con conocimientos técnicos y habilidad operativa para desempeñar todos los puestos de trabajo adecuadamente, de modo que se puedan reemplazar mutuamente.

La tercera es porque se desea incorporar un sistema de mantenimiento productivo, por lo que el personal debe estar preparado en los temas del TPM.

El Plan Maestro debe considerar la capacitación polivalente del personal, pero sin dejar de lado la especialización de sus operarios.

Los programas de capacitación se realizarán enviando a los operarios a instituciones de formación en trabajo industrial a partir del tercer mes de iniciado el TPM. Se inicia con la especialización de los operarios y se complementa con la formación de operarios polivalentes.

5ª Actividad: GESTION TEMPRANA DE EQUIPOS

Este tipo de mantenimiento se adecua a las plantas de proceso, pero en este caso es aplicable el criterio del costo del ciclo de vida del equipo debido a que, por tenerse que reemplazar los equipos por ser muy antiguos y de segundo uso.

6ª Actividad: ADMINISTRACION DE LA CALIDAD DEL PROCESO

Esta es muy importante porque su objetivo es fabricar productos con cero defectos por este motivo será parte importante del TPM.

La administración de la calidad se obtendrá estableciendo puntos de control sobre los materiales, los equipos, los métodos de fabricación y el desempeño del personal e todo el proceso productivo.

7ª Actividad: ACTIVIDADES ADMINISTRATIVOS Y DE APOYO

Las actividades administrativas y de apoyo son muy importantes en la empresa POLINOMIO y comprenden tareas:

En el área administrativa el proceso de la información de todo el proceso productivo.

En el área de apoyo es muy importante porque debido a que los productos fabricados no son estándares porque requieren de un diseño particular para las necesidades de cada cliente. Por este motivo se deben diseñar productos que cumplan dos requisitos.

Que les ofrezcan a los clientes las soluciones óptimas para sus problemas particulares.

Que se puedan fabricar en el taller con facilidad y rapidez cumpliendo el requisito de calidad requerida.

Gran parte de la calidad del producto depende del área de apoyo debido a que un diseño inadecuado por mejores acabados que tenga no logrará satisfacer las expectativas de los clientes.

En el área de ventas debe ofrecer una excelente imagen corporativa basada en la satisfacción de los clientes.

Por estos motivos se considera en el plan maestro las actividades del departamento administrativo y de apoyo.

8ª Actividad: SISTEMA DE GESTION DE SALUD, SEGURIDAD Y ENTORNO.

El objetivo de esta actividad es asegurar la fiabilidad del equipo, evitar los errores humanos y eliminar los accidentes. Estos objetivos son deseables en la operación de la empresa, se consideran en el TPM.

4.1.2 Etapas de Introducción

Paso 6: Lanzar el Proyecto TPM

El lanzamiento del TPM se realizará después de concluida la elaboración del Plan Maestro del TPM. Este se realiza en una ceremonia formal, que se publicita debidamente como “El lanzamiento del TPM en la Empresa POLINOMIO”

Asisten invitados todo el personal de la empresa y representantes de los principales clientes.

El Gerente General presenta el Plan Maestro del TPM y el Jefe del Taller establecerá una relación entre el TPM, la calidad del producto y la satisfacción de los clientes.

También se ponen en servicio dos periódicos murales, uno en la administración y otro en el Taller y un buzón de sugerencias sobre mantenimiento. Ver Anexo 5.

Se anuncia de programa de difusión sobre el TPM.

Paso 7: Crear organización corporativa para maximizar la eficacia de la producción

La organización interna propuesta esta formada por los cuatro grupos de trabajo siguientes.

Grupo de Trabajo de Gerencia

Dirigido por el Gerente General y conformado por los Jefes de los tres departamentos de línea de la empresa: de Marketing y ventas, de Administración y de Taller.

Su función principal es organizar, dirigir y evaluar la implementación del TPM en la empresa.

El Grupo de Trabajo Administrativo.

Dirigido por el Jefe del Departamento administrativo. Su responsabilidad es adecuar los procesos administrativos para facilitar la implementación del TPM en la empresa.

El Grupo de Trabajo de Taller

Está dirigido por el Jefe de Taller y esta formado por todos los trabajadores. Tiene como responsabilidad ejecutar el TPM en los procesos del taller.

Paso 8: Crea un sistema para la gestión temprana de nuevos equipos

La empresa tiene la necesidad de adquirir nuevos equipos para reemplazar a los existentes que son de segundo uso. En este caso se trata de adquirir nuevos equipos para los cuales se seguirán los siguientes pasos:

a) Evaluar e investigar la situación existente.

Para determinar la situación real del funcionamiento de los equipos y determinar los problemas que se presentan actualmente y los que se podrían presentar en el futuro.

b) Establece el sistema de gestión temprana

Para lo cual se establece un sistema para obtener y almacenar información sobre los equipos actuales y los que se prevé que se necesitarán en el futuro inmediato.

También se elabora un registro de defectos de los productos atribuibles a defectos de los equipos.

Se elabora un modelo de los costos totales para cada equipo, considerando costos directos, indirectos y otros relacionados.

Se aplica el modelo a los equipos de la planta y a los equipos alternativos que se puedan adquirir.

Se elabora una Planificación de las inversiones en equipos, la cual se revisa y actualiza periódicamente.

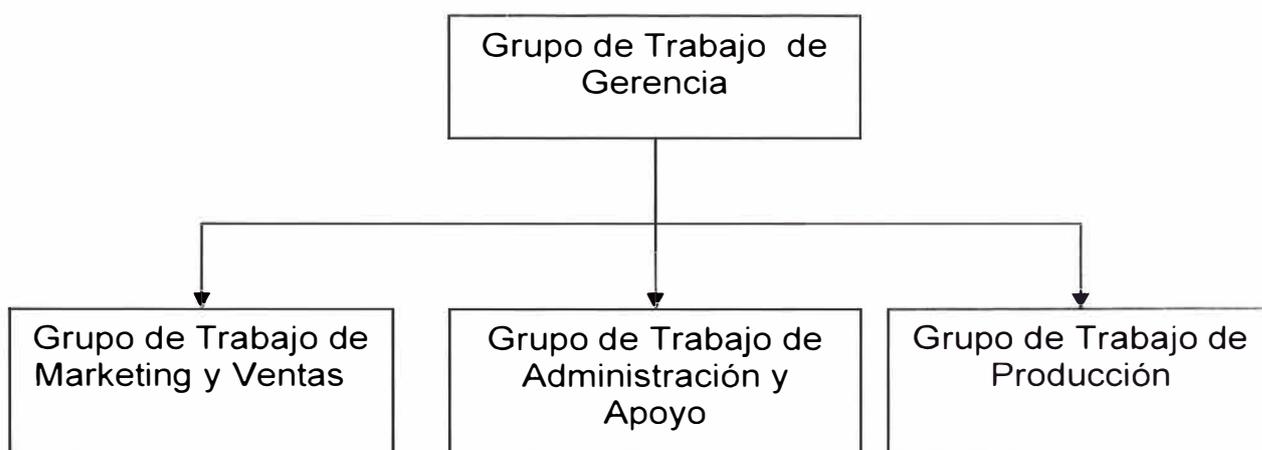


Fig. 4.2 Organigrama de grupos de trabajo para la implantación del TPM

Paso 9: Crear un sistema de administración de la calidad

El sistema de administración de la calidad tiene como objetivo tener cero defectos en la producción de la empresa, para lo cual realiza sistemáticamente las actividades que garanticen que los equipos estén en perfecto estado de mantenimiento para producir productos sin fallas.

La tendencia actual de las grandes industrias de fabricación y ensamble con alto grado de automatización que requieren cada vez menor intervención

humana es asegurar y mejorar la calidad mediante un mantenimiento eficaz del equipo de modo que se fabrique con cero defectos.

Pero en el caso particular de la empresa POLINOMIO que tiene un grado de automatización reducido se deben tener en cuenta los orígenes de los defectos de la calidad que son:

- Las condiciones de los materiales.
- La precisión de los equipos.
- Los métodos de producción.
- Los parámetros de proceso.

Paso 10: Crear un sistema administrativo de apoyo eficaz al TPM

El Sistema administrativo actual se debe adecuar considerando:

Crear el concepto de Fábricas de información

Crear el equipo de trabajo administrativo.

Crear una visión ideal del departamento administrativo y tratar de lograrlo.

Paso 11: Desarrollo de un sistema para gestionar a salud, seguridad y el entorno

La creación de un entorno seguro tiene como objetivo asegurar la fiabilidad del equipo, evitar los errores humanos y lograr tener cero accidentes y cero polución.

4.1.3 Etapa de consolidación

Paso 12: Sostener la implantación del TPM y elevar sus niveles.

Una vez logrados los objetivos del TPM se presenta el problema de mantener los resultados a lo largo del tiempo.

Para lograrlo se fortalece las actividades de los grupos de trabajo para que el TPM se integre de forma total y manera permanente en su trabajo diario.

De otro lado se suben de nivel de los objetivos y metas.

Se difunden los resultados de la aplicación del TPM a través de los indicadores de gestión, los que se publican periódicamente.

4.2 Aspectos involucrados

La implantación del TPM en la empresa POLINOMIO involucra diversos aspectos que son muy importantes no solo para la implantación del TPM si no también para el mantenimiento del programa a lo largo del tiempo. Los aspectos más relevantes son:

4.2.1 El compromiso de la Gerencia General con el TPM

El compromiso de la gerencia general es un aspecto fundamental para la implantación y el éxito de TPM pues ella cumple dos roles fundamentales que son la autorización de las actividades del TPM y el otro de igual importancia que es la asignación de los recursos económicos indispensables para la implantación del TPM. Cabe señalar que este compromiso debe ser real y no solo declarativo.

4.2.2 La participación de todo el personal

La participación de todo el personal, desde la gerencia hasta los empleados y operarios del taller. La participación de todos es la clave del éxito del TPM, pues cada persona contribuye individualmente a mejorar un sistema cuyo objetivo es cero fallas. Por tanto basta que uno solo falle para que no se alcance el éxito.

4.2.3 La creación de una organización corporativa para maximizar la eficiencia de la producción.

Para obtener una eficiencia global de todas las actividades de la empresa se requiere crear una organización interna cuyo objetivo específico sea realizar supervisar y evaluar los resultados del TPM. Esto es importante porque los departamentos existentes de la empresa tienen objetivos específicos diferentes a las actividades del TPM. También resulta importante la participación de los trabajadores como equipo para un trabajo colectivo mas que como un trabajo individual.

4.2.4 La participación de todos los departamentos.

El objetivo de eficiencia global de la empresa requiere la participación de todos los departamentos de la empresa. En el caso de POLINOMIO son los departamentos de Marketing, Administración y Logística, bajo la dirección de la Gerencia General.

4.3 Programa de mantenimiento propuesto

4.3.1 Plan de mantenimiento autónomo

a) Limpieza general

El programa se inicia con una limpieza general de todos los ambientes de la empresa, que comprende:

a1) Áreas de taller y áreas administrativas así como todos los ambientes de la empresa, corredores, jardines y otros.

a2) Limpieza de cada puesto de trabajo.

a3) Limpieza de los equipos y herramientas del taller.

b) Eliminación de fuentes de contaminación

Consiste en eliminar las posibles fuentes de contaminación, especialmente en las zonas donde se producen arranque de virutas metálica, de lavado y pintura.

b). Elaborar estándares de limpieza para cada puesto de trabajo y para cada equipo.

Lo elaboran los trabajadores de taller durante el primer mes de implantación del TPM. En este caso se debe tener en cuenta que en los puestos de trabajo no trabaja un solo operario si no que rotan de acuerdo al avance del trabajo por lo que deben acostumbrarse a mantenerlos la limpieza no de manera individual sino como un equipo manteniendo siempre el puesto de trabajo limpio independientemente quien operó antes

Los estándares se modifican según resultados a partir del tercer mes.

d) Elaborar un manual de limpieza de cada equipo.

Se deben elaborar durante el primer mes de implantación del TPM. Se establecen los procedimientos necesarios para alcanzar el estándar de calidad y las observaciones que se deben realizar sobre el funcionamiento de los equipos para detectar fallas o anomalías.

Se revisa y modifica permanentemente según resultados.

e) Establecer la periodicidad de las inspecciones de limpieza y realizarlas.

f) Establecer estándares y procedimientos para mantener la calidad y seguridad de los equipos.

En el Anexo 2 se muestran algunos de los procedimientos.

g) Poner en práctica el mantenimiento autónomo y mejorar los procedimientos y métodos establecidos, especialmente al concluir la participación de los operarios al final de los programas.

4.3.2 Sistema de mantenimiento planificado

Las evaluaciones de criticidad de los equipos muestran que se debe efectuar un mantenimiento preventivo a al equipo de pintura y mantenimiento correctivo a los demás equipos.

a) Mantenimiento preventivo:

a1) Basado en el tiempo. (TBM)

Este mantenimiento se adapta muy bien a las características de los equipos de la planta por lo que este sistema se empleará se en el TPM.

b) Mantenimiento por averías (BM)

Este tipo de mantenimiento se aplica a las plegadoras, prensa y taladro, los primeros porque son dos y al tercero porque son tres.

En el Anexo 2 se presenta un modelo de hoja de mantenimiento correctivo

c) Actividades consideradas en el Plan Maestro son:

c1) Evaluación del equipo.

c2) Restaurar el deterioro y corregir deterioros.

c3) Creación de sistema de información.

c4) Crear un sistema de mantenimiento de periódico.

c5) Sistema de mantenimiento predictivo.

Tal como se estableció en el análisis de criticidad el mantenimiento de predictivo se aplica al sistema de pintadera.

c6) El sistema de mantenimiento planificado no se considera porque este se orienta a industrias de proceso y la planta corresponde a industrias de fabricación y ensamble.

4.3.3 Plan de Gestión temprana

El plan debe considerar un programa de renovación de todas las máquinas y equipos, con excepción de equipo de pintura electrostática, recientemente adquirida.

4.3.4 Programa de administración de la calidad

a) Los materiales.

Para tener productos de calidad se definen las características técnicas de los materiales que producen cero defectos.

También se elabora un registro de proveedores que suministran materiales que cumplen con las características técnicas requeridas.

b) Los equipos.

Establecer las características y especificaciones técnicas de los equipos que producen cero defectos.

Seleccionar de los equipos existentes en el mercado aquellos que por calidad y precio sean los más adecuados.

Crear y mantener un registro de los equipos y actualizarlos anualmente.

c) Los métodos.

Revisar y evaluar los métodos y procedimientos de fabricación de cada pieza, parte o componente para garantizar que se obtendrá cero defectos.

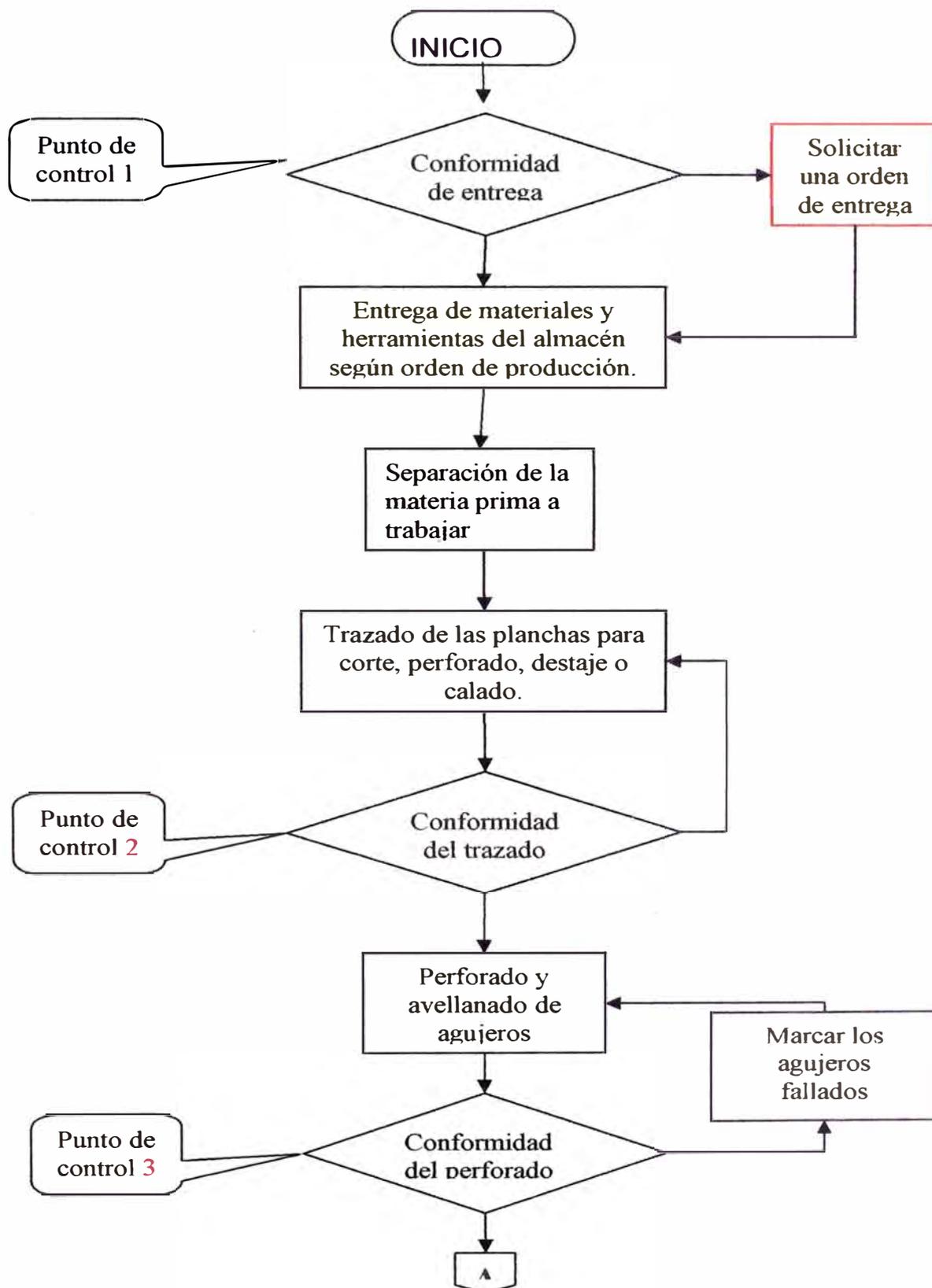
En una primera etapa se revisan los métodos existentes y se adecuan para que no produzcan defectos y en una segunda etapa se mejoran los métodos de fabricación para eliminar totalmente los defectos.

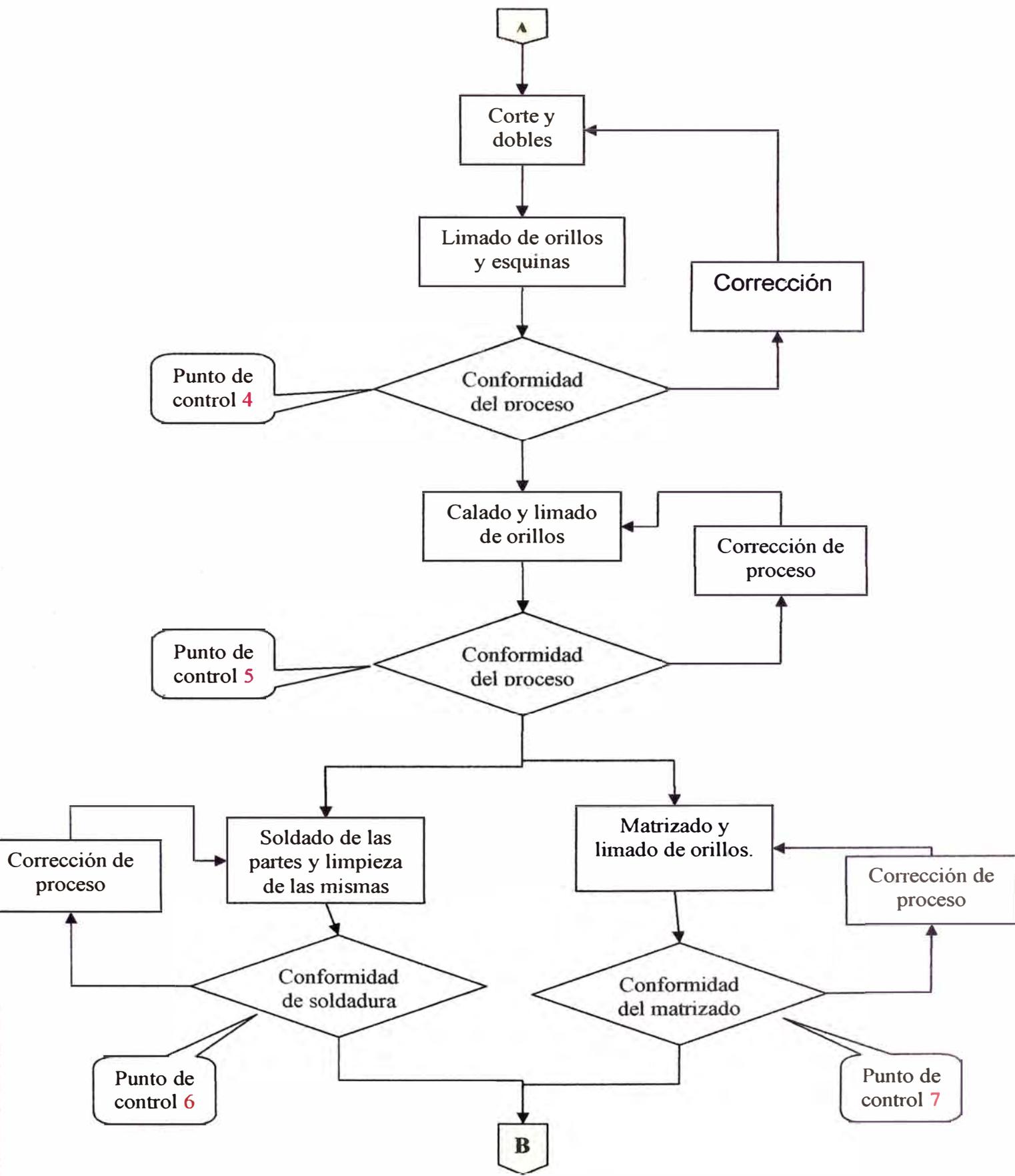
d) Los procesos.

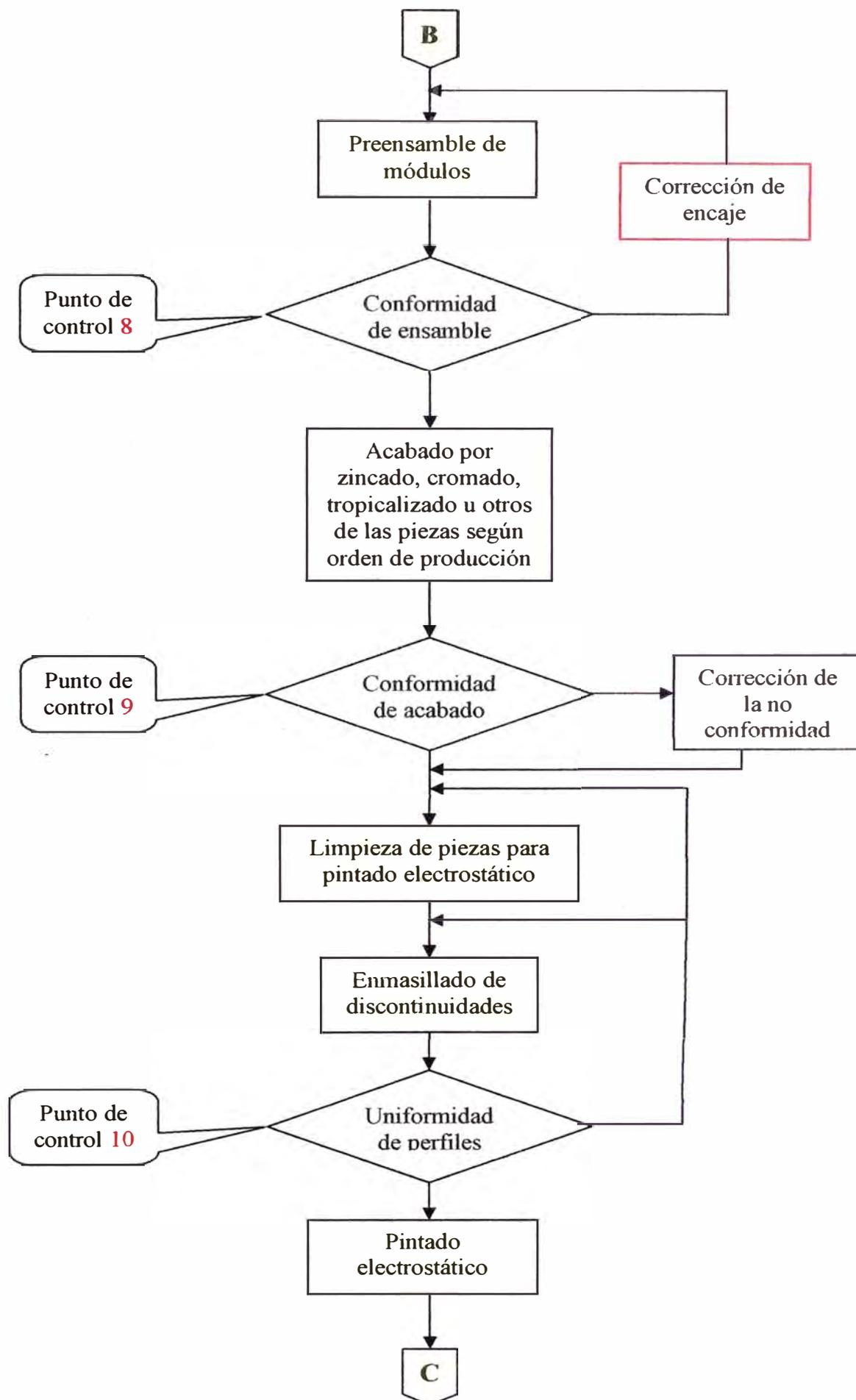
La participación de las personas, en este caso de los operarios pueden producir fallas en los productos por desconocimiento de los métodos de fabricación.

Para efectuar un adecuado control de calidad se han identificado los puntos de control que se muestran en la siguiente figura:

PUNTOS DE CONTROL EN EL DIAGRAMA DE FLUJO







4.3.5 Plan de mantenimiento autónomo administrativo

Implantar el TPM administrativo desarrollando sus cinco actividades nucleares.

1º Actividad nuclear. Aumentar la eficiencia del trabajo mediante la mejora orientada.

Eliminar las pérdidas que se repiten con frecuencia, pero a pesar de que todos son conscientes de ellas, estas no se eliminan. Se formará un equipo con las áreas de ventas y taller para un trabajo conjunto.

2ª Actividad nuclear: Crear un sistema de mantenimiento autónomo

Se enfoca desde el punto de vista de elevar la eficiencia y reducir los costos, y de mejorar el entorno para reducir el estrés del personal de la empresa.

3ª Actividad nuclear: Mejorar la capacidad administrativa a través de la educación y formación.

Evaluar las necesidades de capacitación del personal administrativo y preparar cursos de capacitación con objetivos específicos. Se debe promover la capacitación en varios temas relacionados con la función administrativa.

4ª Actividad nuclear: Crear un sistema eficiente de asignación de personal

En una empresa con poco personal como es el caso de POLINOMIO el número del personal administrativo es mínimo y debe estar en condiciones de asumir toda la carga administrativa, Como la producción es tipo batch, hay momentos de mucha carga de trabajo, y en otros esta disminuye

considerablemente. El personal administrativo debe estar en condiciones de adecuarse a estas fluctuaciones y aprovechar esta característica del trabajo.

5ª Actividad nuclear: Desarrollar un sistema de evaluación del trabajo.

Para medir sus resultados de manera objetiva, el departamento administrativo debe utilizar indicadores. Los principales indicadores que se deben implementar al inicio del programa son:

Tabla 4.2

Mejora	Indicador
Eficiencia de costes	Reducción de costes
Eficiencia funcional	Mejora de funcionalidad Mejora de la calidad
Creatividad	Mejora del entorno Moral elevada

4.3.6 Gestión de seguridad y entorno

Para esto el Plan Maestro considera:

- a) Promoción de la preocupación por la seguridad.
- b) Enseñar la filosofía de cero accidentes.
- c) Formar operarios.
- d) Establecer los requerimientos de seguridad básicos los que se deben realizar en conjunto con los pasos del Mantenimiento autónomo.

4.3.7 Formación de grupos de TPM

En el caso de la empresa POLINOMIO debido a su reducido personal los grupos que se deben formar son los grupos de trabajo ya especificados los que deberán asumir todas las actividades del programa de implantación del TPM.

4.4 Estrategias de implantación

La estrategia adoptada para la implantación del TPM es seguir los cuatro fases de implantación de TPM siguiendo estrictamente los doce pasos en las que se descomponen.

En la primera fase las acciones principales están a cargo de la Gerencia General, con la decisión de implantación y la asignación de un presupuesto inicial de S/. 10,000 para cubrir los gastos iniciales uno de los cuales es la capacitación del personal de gerencia y los jefes de departamento, complementándola con la contratación de servicios de terceros para supervisión y asesoría de la implantación del TPM.

Este personal capacitado, a su vez capacita al personal de la empresa en un periodo no mayor a dos meses. Parte de esta capacitación es práctica y consiste en la elaboración de las normas y procedimientos del TPM.

La siguiente etapa es la formación de los grupos de trabajo, los cuales serán inicialmente dirigidos por los jefes de departamento, quienes resaltarán la conciencia del trabajo en equipo. Estos grupos paulatinamente irán adquiriendo autonomía, sobre todo en la etapa de establecer estándares y procedimientos. Se considera que esta autonomía comienzan a hacerse

efectiva luego de concluido el proceso de capacitación. En esta etapa cada grupo de trabajo se establece sus objetivos y metas.

Otra estrategia importante corresponde al departamento de administración el que debe apoyar en la elaboración de todos los documentos del TPM.

Otra estrategia importante es la cuantificación de los indicadores de gestión y su difusión a al personal, y el reconocimiento y el incentivo a las experiencias exitosas en el logro de las metas trazadas.

Para determinar la necesidad de implantar un mantenimiento predictivo se realiza un análisis de criticidad, y luego de identificados los equipos críticos se implanta progresivamente el mantenimiento preventivo.

Para evaluar la conveniencia de la implantación del TPM se evalúan los resultados económicos de un periodo de 12 meses.

CAPITULO 5

COSTOS

La evaluación de los costos de la aplicación del TPM tienen la dificultad de que no se puede hacer una separación estricta de los gastos que efectúa en su implantación, porque una serie de costos están relacionados con otras actividades de la planta. Como referencia señalamos a los costos de inversión en renovación de equipos, los cuales se realizarían con o sin TPM. La contribución del TPM es optimizarla con una evaluación integral, pero la compra se tiene que realizar de todas maneras.

En cuanto a los beneficios hay igualmente un grado de incertidumbre debido a que una parte de los beneficios no son contables, como por ejemplo tener una mejor imagen empresarial.

En esta evaluación solo se tendrán en cuenta los resultados contables.

De otro lado, como la empresa no contaba con programas de mantenimiento carece de registros de sus costos anteriores a la implantación del TPM. Esta dificultad se superó estimando los costos a partir de diversas informaciones contables donde se registran los costos de las principales reparaciones.

5.1 Costos de mantenimiento antes de implantarse el TPM

Como la empresa no contaba con programas de mantenimiento y no cuenta con registros, estos costos se determinan a partir de información parcial que después se corrobora con los registros obtenidos durante el desarrollo del TPM.

5.2 Costos de mantenimiento después de implantarse el TPM

Los costos de mantenimiento se reducen de manera importante. Para evaluarlo se ha efectuado una comparación de costos entre las alternativa de un mantenimiento correctivo y cuando se aplica un mantenimiento correctivo simultáneamente con uno preventivo para las principales máquinas de la Planta.

En la tabla 5.1 se muestra el costo de implementar el mantenimiento preventivo al equipo de pinturas y en la tabla 5.2 cuando se aplican simultáneamente el mantenimiento correctivo y preventivo. Este último de aplicado gradualmente con incrementos del 10 %, hasta alcanzar el 100 % en la etapa inicial. Y en la tabla 5.3 se presenta loa aplicación de este caso al primer año de implantación del TPM. A partir de este momento las mejoras permanentes que se alcancen con la aplicación del TPM contribuirán a reducir estos costos.

Para ilustrar el impacto del TPM en los costos de la empresa se muestra un cuadro 5.4 con las pérdidas que se producen en el taller por operaciones inadecuadas en tanto en el personal como en materiales e insumos.

Tabla 5.1 Costo de implantar el mantenimiento preventivo
Equipo de pintura

DESCRIPCION	Frecuencia	Intensidad	TIEMPO UTILIZADO		COSTO			
			horas		M.O.		Consumibles	Repuestos
			unitario h	Total h/año	Unitario US\$	Total anual US\$	Total anual US\$	Total anual US\$
REVISAR PUESTA A TIERRA	Diario	Operación	0.15	46.80	3.00	140.40	14.04	
LIMPIEZA EXTERIOR DE PISTOLA	Diario	Operación	0.15	46.80	3.00	140.40	14.04	
ASEGURAR MANGUITO	Diario	Operación	0.15	46.80	3.00	140.40	14.04	
LIMPIEZA INYECTOR POR CAMBIO DE COLOR	Diario	Parada	0.50	156.00	3.00	468.00	46.80	
LIMPIEZA EXTERIOR TODA LA UNIDAD	Semanal	Operación	0.50	26.00	3.00	78.00	7.80	
LIMPIEZA BOQUILLA DE PULVERIZACION	Semanal	Operación	0.15	7.80	3.00	23.40	2.34	
LIMPIEZA INTERIOR DE PISTOLA	Semanal	Parada	0.50	26.00	3.00	78.00	7.80	
LIMPIEZA INYECTOR	Semanal	Parada	0.50	26.00	3.00	78.00	7.80	
LIMPIEZA MANGUERA SISTEMA DE AIRE	Semanal	Parada	0.50	26.00	3.00	78.00	7.80	
COMPROBAR DESGASTE DE BOQUILLA	Mensual	Parada	0.25	3.00	3.00	9.00	0.90	
REVISION GENERAL ELECTRICA Y NEUMATICA	Bimensual	Renovación	1.50	9.00	3.00	27.00		
CAMBIO DE CAMISA INTERNA PARA POLVO	Bimensual	Renovación	1.50	9.00	3.00	27.00		102.00
CAMBIO DE BOQUILLA	Bimensual	Renovación	1.50	9.00	3.00	27.00		174.00
TIEMPO TOTAL ANUAL (horas)				438.20				
COSTO ANUAL (US\$)					1314.60		123.36	276.00
TOTAL GENERAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO					1713.96			

Tabla 5.2

Costo total de mantenimiento cuando se aplican un plan de mantenimiento correctivo junto con la aplicación progresiva de un plan de mantenimiento preventivo

EQUIPO DE PINTURA EQP002

AUMENTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO		DISMINUCION DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO		TOTAL
%	US\$	%	US\$	US\$
0%	0.00	100%	2555.01	2555.01
10%	171.40	70%	1788.51	1959.90
20%	342.79	55%	1405.25	1748.05
30%	514.19	45%	1149.75	1663.94
40%	685.58	38%	970.90	1656.49
50%	856.98	33%	843.15	1700.13
60%	1028.38	32%	817.60	1845.98
70%	1199.77	30%	766.50	1966.27
80%	1371.17	28%	715.40	2086.57
90%	1542.56	25%	638.75	2181.32
100%	1713.96	23%	575.69	2289.65

Tabla 5.3

Comparación de la variación anual del costo total de mantenimiento cuando se aplica solo mantenimiento correctivo, con la aplicación simultánea de mantenimiento correctivo y la aplicación progresiva de un plan de mantenimiento preventivo

EQUIPO DE PINTURA EQP002
US\$

PERIODO ANUAL	NOV 2003 A OCT 2004	NOV 2004 A OCT 2005		
MES	APLICANDO SOLO CORRECTIVO US\$	APLICANDO JUNTOS CORRECTIVO Y PREVENTIVO		
		CORRECTIVO US\$	PREVENTIVO US\$	TOTAL US\$
NOVIEMBRE	258.57	90.50	151.60	242.10
DICIEMBRE	155.14	54.30	135.10	189.40
ENERO	116.36	40.73	151.60	192.33
FEBRERO	77.57	27.15	135.10	162.25
MARZO	161.61	40.40	151.60	192.00
ABRIL	161.61	32.32	135.10	167.42
MAYO	198.78	39.76	151.60	191.36
JUNIO	234.33	46.87	135.10	181.97
JULIO	234.33	35.15	151.60	186.75
AGOSTO	206.86	31.03	135.10	166.13
SEPTIEMBRE	206.86	10.34	151.60	161.94
OCTUBRE	543.00	127.15	135.10	262.25
Sub Total		575.69	1713.96	
TOTAL ANUAL	2555.01			2295.89
Ahorro				259.12

Tabla 5.4 Pérdidas que se producen por operación inadecuada

(US\$)

Pérdidas de materiales consumibles	Rendimiento del material Espera de confirmación de calidad Pérdidas de energía Pérdidas de materiales consumibles	450
Pérdidas del personal	Esperando instrucciones Waiting materials Espera de materiales Limpieza y verificación	350
Total US\$		750

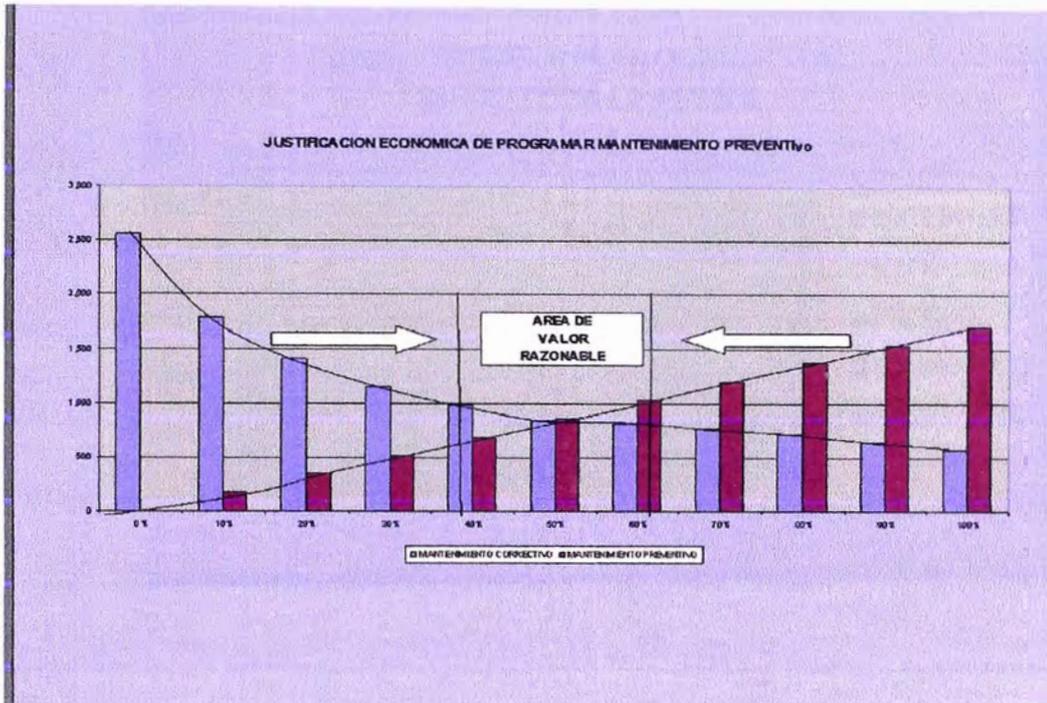


Fig. 5.1 Costo total de aplicar el mantenimiento preventivo y correctivo durante 12 meses

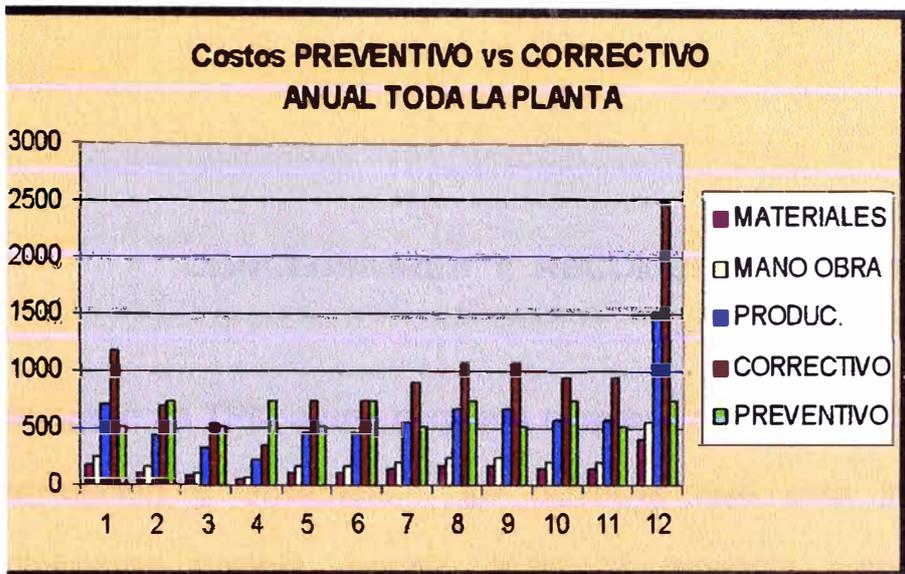


Fig. 5.1 Costo total de aplicar el mantenimiento preventivo y correctivo durante 12 meses

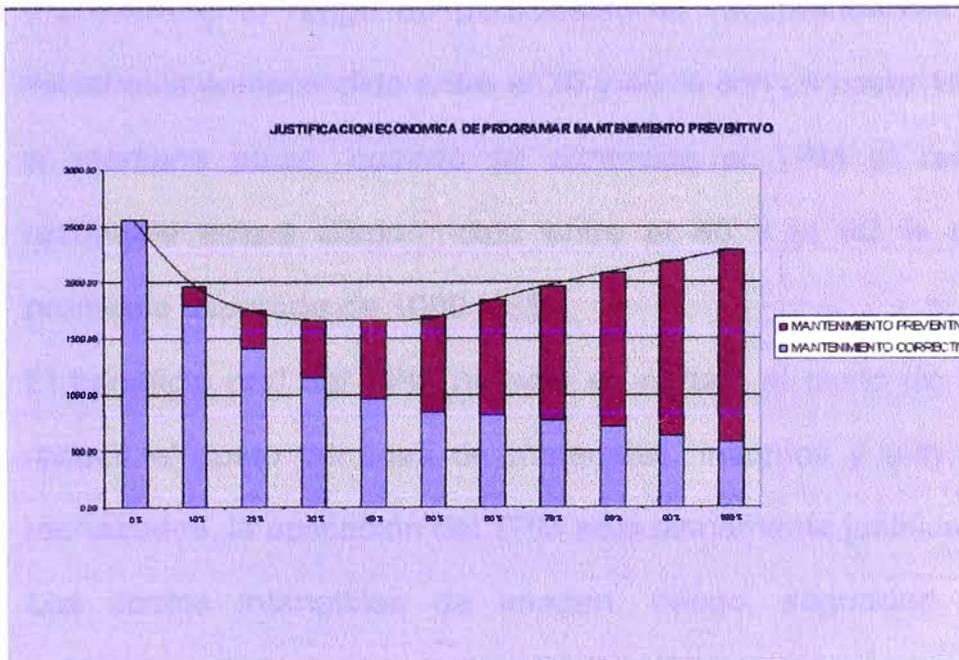


Fig. 5.1 Costo total de aplicar el mantenimiento preventivo y correctivo durante 12 meses

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Se aplicó un TPM a una pequeña empresa del rubro metal mecánico de fabricación y ensamble, se concluye que esta implantación es totalmente posible, porque tanto la gerencia como el personal comprenden su importancia y se esfuerzan en poner en práctica todas sus recomendaciones, aunque a primera vista pareciera que su aplicación por tener abundante documentación, sería dejada de lado.
2. Se concluye que de aplicarse un programa de mantenimiento correctivo y preventivo el rango de participaciones recomendables en su etapa inicial está comprendido entre el 30 y 40 % con un costo 1500 US\$. y en el mediano plazo, cuando se consolide el TPM el rango de valor razonable estará comprendido entre el 40 y el 60 % con un costo promedio esperado de 1000 US\$.
3. El beneficio real del TPM no solo es reducir el costo de corregir si no reducir el costo pérdidas de materiales, insumos y aún de productos rechazados, la aplicación del TPM está plenamente justificada.
4. Los costos intangibles de imagen, riesgo, seguridad son siempre mayores que lo que se considera, por lo que el TPM es muy importante. En el anexo 5 se puede apreciar algunas imágenes luego de la

implantación, que demuestran que el orden, limpieza se puede lograr mantener.

5. El costo de no invertir en mantenimiento preventivo puede tener costos tan altos que pongan es riesgo la viabilidad de la empresa.
6. Las principales ventajas de la aplicación del TPM los tendrá la empresa cuando se aplique el programa de renovación de sus equipos.
7. Se recomienda que la Gerencia General, teniendo en cuenta los resultados actuales, considere que los resultados del TPM son muy importantes en el largo plazo, para lo cual debe mantener su compromiso de continuar con el programa del TPM.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Tokutaro Suzuki-Japan Institute of Plan Maintenance.** TPM en Industrias en proceso, Madrid 1995
2. **D'Alessio Ipinza, Fernando.** Administración y Dirección de la Producción. Pearson Education de Colombia Ltda. 2002
3. **Delgado Guevara, Fredy.** Informe de suficiencia. Implementación del mantenimiento planificado y la calidad actual de los procesos principales de una fábrica textil de hilados de algodón. Lima –Perú 2004.
4. **Gómez Sánchez Soto Rubén.-** Nuevas técnicas de gestión de mantenimiento CIP. Lima –Perú.
5. **Enrique Mora.** TPM. México 1998
6. **Obregón Sáenz, Herbert.** Informe de Suficiencia Implementación de un plan piloto de mantenimiento productivo total (TPM) . Lima-Perú. 2002.

ANEXOS

ANEXO 1

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y
MANTENIMIENTO PREDICTIVO
APLICADO AL EQUIPO DE PINTURA
ELECTROSTATICA**

Objetivo

- Establecer la correlación entre mantenimiento preventivo vs. mantenimiento predictivo
- Impacto económico
- Analizar y Comparar variación de la vida útil

Piezas Cizalla

- Cuchilla de corte
- Motor Eléctrico
- Sistema de Control de avance
- Sistema de Engranajes

PARTES DEL EQUIPO DE PINTURA INCORPORADAS

AL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- TUBOS DE SUCCIÓN / FLUIDIZACIÓN
- PISTOLA DE PULVERIZADO
- BOQUILLA DE ATOMIZADOR
- INYECTORES
- VÁLVULAS DE CONTROL

FICHA TÉCNICA	EQUIPO DE PINTURA ELECTROSTÁTICA
DATOS ELÉCTRICOS	DATOS NEUMÁTICOS
<ul style="list-style-type: none"> • VOLTAJE - 230V • FUSIBLE - 0.25AMP • TOLERANCIA - +10%/-15% • FRECUENCIA - 60HZ • TENSION - 220VA • VOLTAJE SALIDA PISTOLA - 10V • CORRIENTE SALIDA PISTOLA - 1.2A • TIPO DE PROTECCIÓN ELECTRICA - IP54 • RANGO DE TEMPERATURA - +10C A 40C 	<ul style="list-style-type: none"> • MÁXIMA PRESIÓN DE INGRESO - 10 BAR • MÍNIMA PRESIÓN DE INGRESO - 5 BAR • MÁXIMO VAPOR DE H2O CONTENIDO EN LA COMPRESIÓN DE AIRE - 1.3g/m3 • MÍNIMO VAPOR DE ACEITE CONTENIDO EN LA COMPRESIÓN DE AIRE - 0.1mg/Kg. • MÁXIMO CONSUMO DE AIRE COMPRIMIDO - 16m3/h

TAREAS DE MANTENIMIENTO DE ACUERDO CON EL MANUAL TÉCNICO PROPORCIONADO POR EL FABRICANTE
<ul style="list-style-type: none"> • LIMPIEZA DEL TUBO DE SUCCIÓN / FLUIDIFICACIÓN • LIMPIEZA DE LA PISTOLA DE PULVERIZADO • LIMPIEZA DE INYECCIÓN • LIMPIEZA DE VÁLVULAS DE CONTROL

FRECUENCIA	
PISTOLA DE PULVERIZADO	BOQUILLA DE PULVERIZADO
- DIARIO - SEMANAL	-DIARIO O DESPUES DE CADA TURNO -SEMANAL -MENSUAL -BIMENSUAL

Objetivo:

Cambiar la mentalidad del operador, para que se identifique con su máquina y pueda prever y detectar cualquier Condición anormal

1. Limpieza y Lubricación.
2. Ficha para registro de las causas y efectos de la suciedad y polvo.
3. Establecer Normas de Limpieza y lubricación.
4. Capacitación sobre inspecciones.
5. Chequeos de inspección.
6. Administrar y controlar su área de trabajo
7. Mejora continua

Mantenimiento Autónomo

Objetivo:

Cambiar la mentalidad del operador, para que se identifique con su máquina y pueda prever y detectar cualquier Condición anormal

Limpieza

Limpieza de zona de trabajo

Limpieza de mesa de corte

Limpieza de máquina exterior

Limpieza del piso.

Limpieza de herramientas

Reacondicionamiento

Algunas modificaciones que harán más fácil y accesible

la diaria rutina del operador.

ANEXO 2

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO APLICADO A LA CIZALLA CZ1

Máquina: Cizalla CZ1				
Ficha para medir causas y efectos de suciedad				
Fecha Y hora	Descripción Situación	Operario Respons.	Causa	Efectos inmediatos
04/01 14:30	Polvo en toda la máquina	Miguel C.	Pintura en polvo	Pérdida HH
09/01 7:55	Chatarra acumulada	Miguel C.	Restos de corte turno anterior	Pérdida HH Desmotiv. Bajo Rendim.
14/01 7:50	Herramientas sucias	Williams	Turno anterior	Pérdida HH
14/01 22:00	Chatarra acumulada	Sonia H.	Turno tarde	Pérdida HH Desmotivación
Reporte quincenal 01 al 15 enero 2005				

Normas de Limpieza y Lubricación
1. Limpiar diariamente la Cizalla según procedimiento LIM01
2. Lubricar semanalmente la Cizalla según procedimiento LUB01

Procedimiento LIM01	Tiempo estimado : 2.5 min
----------------------------	---------------------------

Limpieza Cizalla
Con la máquina Apagada
<ol style="list-style-type: none">1. Colocar seguro contra encendido en el Interruptor Eléctrico de la máquina y colgar (NO TOCAR)2. Retirar y guardar Herramientas de la mesa de corte.3. Retirar restos metálicos de la mesa de trabajo.4. Retirar todo los restos de material debajo de la máquina.5. Limpiar con paño la mesa de trabajo.6. Limpiar con paño la máquina exteriormente.7. Retirar los restos del piso, debajo de la máquina.8. Barrer zona de trabajo

Procedimiento LUB01	Tiempo estimado : 7 min
----------------------------	-------------------------

Lubricación Cizalla

Con la máquina Apagada

1. Colocar seguro contra encendido en el Interruptor Eléctrico de la máquina y colgar (**NO TOCAR**)
2. Pedir Kit herramientas N° 01 (kit de taller)
3. Pedir Engrasadora Portátil.
4. Retirar Cubierta metálica de engranajes.
5. Retirar grasa acumulada en dientes de engranaje.
6. Aplicar grasa en los puntos establecidos en el diagrama de la cubierta.
7. Limpiar con paño excesos de grasa y suciedad.
8. Reponer Cubierta metálica.
9. Devolver Kit de Herramientas y engrasadora.

Informe Técnico

Situación Actual: La cizalla está operando más allá del punto óptimo de rendimiento.

Se sugiere venderla, cuesta más operarla que los beneficios obtenidos

Sobre la máquina:

- Aspecto general: Descuidada
- Limpieza externa: Muy sucia. Hay una capa de pintura seca, polvo y grasa sobre la máquina.
- Funcionamiento: Ruidoso, y vibra con cada bajada de cuchilla.
- Instalación eléctrica deficiente y peligrosa.

Aspecto del área:

- Ambiente estrecho, sucio y lleno de chatarra.
- No está demarcada el área de trabajo para la máquina.
- Cables eléctricos muy cercanos a la zona de manipuleo de planchas.
- Acceso para planchas inadecuado.
- Mala iluminación

ANEXO 3

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO

APLICADO A LA CIZALLA CZ1

Objetivo

- Formular el plan Total de mantenimiento productivo TPM a una máquina de una empresa metal mecánica
- Emitir un informe técnico de mantenimiento.

Piezas de la Cizalla

- Cuchilla de corte
- Motor Eléctrico
- Sistema de Control de avance
- Sistema de Engranajes

Alcance

-El proceso de implementación se ha programado para cubrir al menos el 60% de las máquinas más importantes en las áreas productivas más importantes.

-También es de esperarse algo de "implementación espontánea" en algunas áreas.

-Para estos casos, la coordinación TPM les proporcionará el apoyo técnico y entrenamiento necesarios.

Conclusiones

El TPM nos ayudará también a:

En el Aspecto Humano:

- Incrementar la motivación: cambiando las actitudes del personal (cultural).
- Incrementar la capacidad y las habilidades del personal.
- Mejorar el ambiente de trabajo

Al comprar nuevos equipos y máquinas, se debe preferir a las que sean:

- Fáciles de operar
- Fáciles de limpiar
- Fáciles de mantener y confiables
- Tener un rápido tiempo de puesta a punto
- Operar al más bajo costo de su ciclo de vida

Beneficios del TPM

- Incrementa la productividad de los equipos
- Reduce el tiempo de parada de los equipos
- Aumenta la capacidad de la planta
- Baja los costos de Mantenimiento y de Producción
- Se acerca a cero equipo causa defecto
- Aumenta la satisfacción en el trabajo
- Aumenta el retorno de la inversión

El equipo para el TPM

En la Máquina seleccionada "CIZALLA"

El supervisor de cada Turno del Dpto. de producción deberá decidir cuál sería el momento apropiado para hacerlo.

También se asignará al personal adecuado para el proyecto.

El equipo de trabajo estará integrado por 6 personas. El operador tiene un papel muy importante en este proceso.

El equipo Inicial será de tres operadores:

01 supervisor de producción (jefe de turno)

01 mecánico y/o un electricista de mantenimiento

01 coordinador. (facilitador)

A medida que la implementación avanza, el involucramiento de los departamentos de producción va en aumento constante, hasta el punto en que el equipo se compone de tres a seis personas de producción y el coordinador.

ANEXO 4

MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CALIDAD

APLICADO A LA CIZALLA CZ1

Objetivo

- Formular el plan de Mantenimiento centrado en la Confiabilidad de una Cizalla en una planta metal mecánica
- Emitir un informe técnico de mantenimiento.

CUERPO CENTRAL CIZALLA

CUCHILLAS CORTE	MOTOR
Regulador Tope	Sistema Transmisión

Componente Crítico

La cuchillas de corte

Elementos principales que permiten el corte de las planchas.

Su estado se basa en:

El Mantenimiento, limpieza.

El tipo de planchas cortadas (inox)

El uso (intensivo 4 horas/turno)

Espesor cortado (2mm a 6 mm)

FLUJO PRODUCTIVO
Selección de Plancha
Fijación de Tope
Colocar Plancha
Verificar posición
Pisar Pedal
Corte

ANALISIS DE FALLAS	
.- Definición de Funciones	Corte de planchas
2.- De que manera puede fallar?	No cortar. Cortar parcialmente Dejar rebarba Cortar discontinuo
3.- ¿Qué origina la falla?	Filo de Cuchillas en mal estado Distancia entre cuchillas Fijación de planchas
4.- ¿Qué pasa cuando Falla?	Se malogra la plancha Se detiene proceso productivo Se puede dañar estructura de la máquina
5.- ¿Importa si falla?	Mucho, porque influye en los demás procesos debido a que es el proceso inicial del ciclo productivo.
6.- ¿Se puede hacer algo para prevenir la falla?	Si, revisar filo de cuchillas Mantener cuchillas de repuesto
.- ¿qué pasa si no podemos prevenir la falla?	Se paraliza todos los demás procesos porque es el proceso que alimenta el material los demás procesos de dobles, perforación. El tiempo de afilado es de 24 horas por servicio de terceros

Hoja de decisiones		
	Si	No
Falla: No corta		
Se puede prevenir	Si. Cuchillas Repuesto	No
Que pasa?	Costo stock repuestos Retrazo cambio: 45 minutos	Paraliza Operaciones Retrazo: 24 a 48 horas

Valorización		
FALLA	SI	NO
HORAS PERDIDAS	1.00	32.00
COSTO PROM. DEJAR HACER 41.00 (\$)/HR	41.00	1312.00
STOCK (\$)	590.00	90.00 AFILAR
Al año (\$)	590.00	1vez 1402.00

RESULTADOS
El análisis bajo la metodología de MCC, nos permitió determinar las acciones necesarias para dar la confiabilidad al equipo, en función del impacto en la operaciones
El resultado no necesariamente es un plan de mantenimiento preventivo, ni predictivo, sino de redundancia de repuestos, como en la cizalla

Informe Técnico

Máquina: Cizalla

Situación Actual: La cizalla está operando más allá del punto óptimo de rendimiento.

Se sugiere venderla, cuesta más operarla que los beneficios obtenidos

Sobre la máquina:

- Aspecto general: Descuidada
- Limpieza externa: Muy sucia. Hay una capa de pintura seca, polvo y grasa sobre la máquina.
- Funcionamiento: Ruidoso, y vibra con cada bajada de cuchilla.
- Instalación eléctrica deficiente y peligrosa.

Aspecto del área:

- Ambiente estrecho, sucio y lleno de chatarra.
- No está demarcada el área de trabajo para la máquina.
- Cables eléctricos muy cercanos a la zona de manipuleo de planchas.
- Acceso para planchas inadecuado.
- Mala iluminación.

Conclusiones

El MCC nos garantiza:

1. La continuidad de las operaciones críticas
2. La inversión más óptima en repuestos.
3. Por lo tanto el mejor uso de los recursos, económicos y humanos

ANEXO 5

CARTELES, FORMATOS Y OTROS.

Costo de implantar el mantenimiento preventivo a la Cizalla de 30 Ton.

Cizalla	Vida útil	25 años			Valor actual 20.000 US\$				
	Vida Marginal	5 años (20%)							
Rubro	1	2	3	4	5	6	7	8	
Producción	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	24.000	
Costo de Producción									
Costo producir	18.984	19.080	19.186	19.302	19.430	19.570	19.725	19.895	
Materiales	9.600	9.600	9.600	9.600	9.600	9.600	9.600	9.600	
Mano de obra	8.424	8.424	8.424	8.424	8.424	8.424	8.424	8.424	
10% Misceláneos	960	1.056	1.162	1.278	1.406	1.546	1.701	1.871	
Costo mantener	1.190	1.309	1.466	1.686	1.973	2.564	3.590	6.103	
Amortización	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000				
Costo Total	24.174	24.389	24.652	24.988	25.402	22.134	23.315	25.998	
Utilidad Bruta	-174	-389	-652	-988	-1.402	1.866	685	-1.998	
Rubro	1	2	3	4	5	6	7	8	
Ventas	24.000	48.000	72.000	96.000	120.000	144.000	168.000	192.000	
Costo Mantenimiento	1.190	2.499	3.965	5.651	7.624	10.188	13.778	19.881	
Costo Utilización	18.984	38.064	57.250	76.551	95.981	115.551	135.276	155.170	
Costo Inversión	4.000	8.000	12.000	16.000	20.000	20.000	20.000	20.000	
Costo Total	24.174	48.563	73.215	98.202	123.605	145.739	169.054	195.052	
Costo		Inversión	20.000	16.000	12.000	8.000	4.000	4.000	4.000
Costo		Mant+Utiliz	20.174	40.563	61.215	82.202	103.605	125.739	149.054

Mantenimiento de Equipo de Pintura

TODOS LOS DÍAS

- 1) VERIFICAR EL COMPRESOR VISUALMENTE.**
- 2) VERIFICAR VIBRACIONES O RUIDOS INUSUALES.**
- 3) VERIFICAR EL NIVEL DE ACEITE Y COMPLEMENTARLO SI ES NECESARIO**
- 4) PURGAR EL TANQUE**
- 5) LIMPIAR EL COMPRESOR CON AIRE COMPRIMIDO.**

SÁBADOS

- 1) VERIFICAR EL COMPRESOR VISUALMENTE.**
- 2) VERIFICAR VIBRACIONES O RUIDOS INUSUALES.**
- 3) VERIFICAR LA VÁLVULA DE SEGURIDAD.**
- 4) VERIFICAR LA TENSIÓN DE LA FAJA, ESTAS DEBERÁN AJUSTARSE PARA PERMITIR UNA DEFLEXIÓN ENTRE 1/2"Y 3/8".**
- 5) CAMBIAR EL ACEITE, MULTIGRADO 30 Ó 25.5**
- 6) PURGAR EL TANQUE.**
- 7) LIMPIAR EL CABAL, MOTOR VENTILADOR, ENFRIADORES Y TANQUE CON AIRE COMPRIMIDO.**
- 8) LIMPIAR EL FILTRO DE ADMISIÓN DE AIRE, NO LAVE EL ELEMENTO.**

Mantenimiento de Equipo de Pintura

ÚLTIMO SÁBADO DEL MES

- 1. VERIFICAR QUE AL APAGAR LA COMPRESORA, LA VÁLVULA CHECK, NO DESPIDA AIRE, DE SER ASÍ, ABRIR EL TAPÓN Y LIMPIARLA O CAMBIARLA.**
- 2. VERIFICAR LA TENSIÓN DE LA FAJA, ESTAS DEBERÁN AJUSTARSE PARA PERMITIR UNA DEFLEXIÓN ENTRE 1/2"Y 3/8".**
- 3. DARLE UN TIRÓN A LA VÁLVULA DE SEGURIDAD.**
- 4. CAMBIAR EL ACEITE, MULTIGRADO 30 Ó 25.5**
- 5. PURGAR EL TANQUE.**
- 6. LIMPIAR EL CABEZAL, MOTOR VENTILADOR, ENFRIADORES Y TANQUE CON AIRE COMPRIMIDO.**
- 7. LIMPIAR EL FILTRO DE ADMISIÓN DE AIRE, NO LAVE EL ELEMENTO**

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO DIARIO

EMPRESA: POLINOMIO RSL

ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO DIARIO N° 001

FECHA EMISIÓN: DD/MM/AA

EMITIDO POR

APROBADO POR

CENTRO DE COSTOS: Producción

MAQUINA: Compresora

CODIGO: MB038011

DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A EFECTUAR:

- Verificar el compresor visualmente.
- Verificar el nivel de aceite y complementarlo si es necesario.
- Purgar el tanque.
- Verificar vibraciones o ruidos inusuales.

PROGRAMADO PARA: DD/MM/AA

TRABAJO REALIZADO POR:

HORA INICIO: _____

HORA TÉRMINO:

HORAS HOMBRE EMPLEADAS: _____

MATERIALES EMPLEADOS:

- Trapo Industrial
- Aceite

SUPERVISOR: _____

NOTAS:

FIRMA ENCARGADO

FIRMA

**TABLA DE REGISTRO
MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

FECHA	CODIGO	EQUIPO	COMPONENTE	M.OBRA	MAT. + REP.	PRODUC.	TOTAL



Vista de panel de Información en Administración



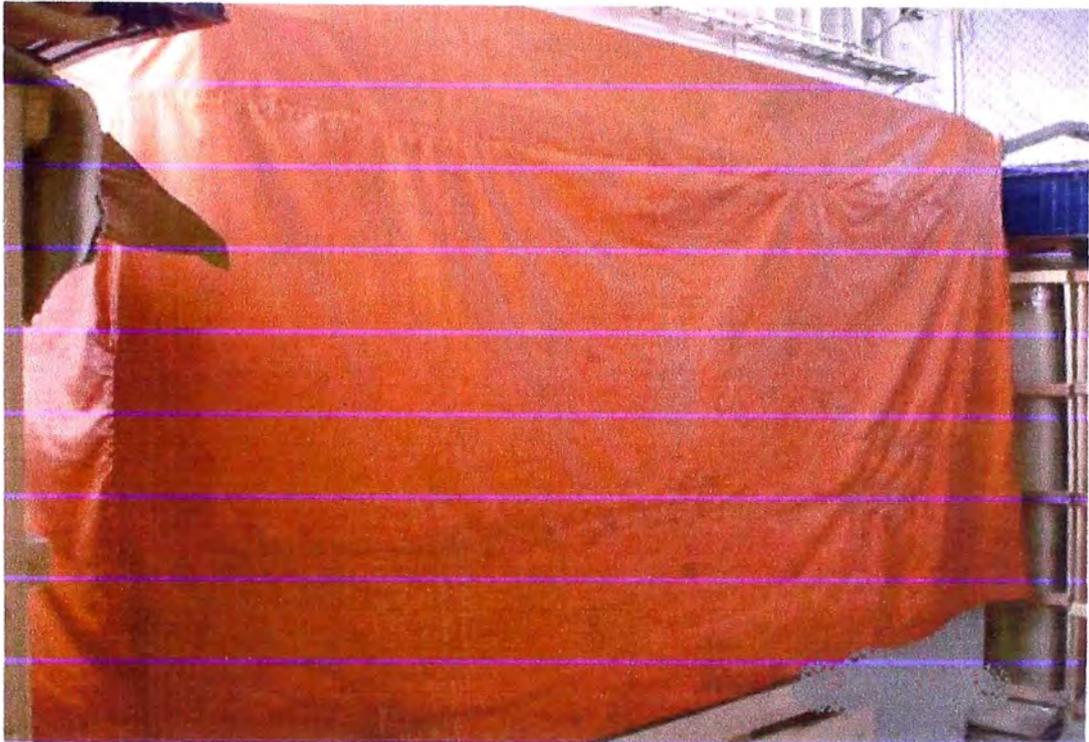
Vista de panel de Información en Producción



Vista de productos terminados embalados para entrega



Vista de nueva área de Ingeniería.



Vista de máquina con su funda



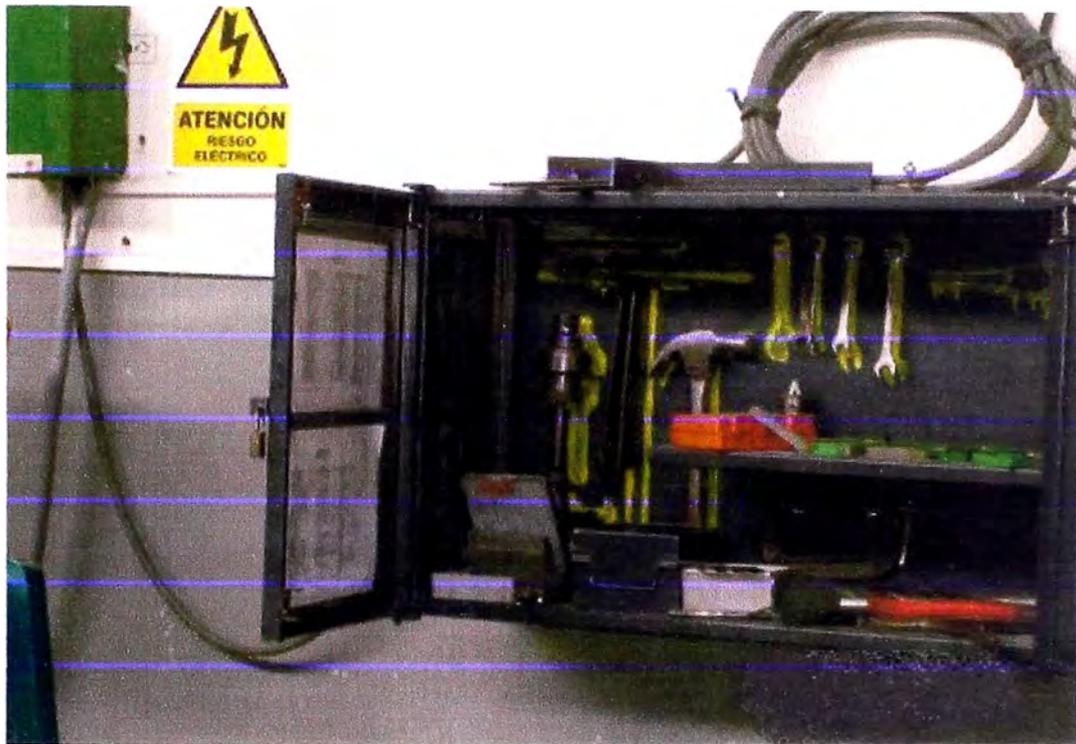
Vista de planta donde se aprecia señalización de seguridad



Vista de zona de desperdicios, sobras de materiales



Vista de operario donde se aprecia el uso de vestimenta y casco de seguridad



Vista de gabinete de herramientas con señalización de inventario de las mismas



Vista de otra parte de la planta que los equipos que no se usan se mantiene con funda