



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

**IMPLEMENTACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
DE LA EMPRESA PLÁSTICO INDUSTRIAL CENTRO AMERICANO, S. A.**

Juan Manuel Rosales García

Asesorado por el Ing. Marvin Emilio Talé Ajpop

Guatemala, abril de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
DE LA EMPRESA PLÁSTICO INDUSTRIAL CENTRO AMERICANO, S. A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JUAN MANUEL ROSALES GARCÍA
ASESORADO POR EL ING. MARVIN EMILIO TÁLE AJPOP

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, ABRIL DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Luis Alfredo Asturias Zúñiga
EXAMINADOR	Ing. Julio César Campos Paiz
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Ruiz Hernández
SECRETARIO	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez (a.i.)

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

IMPLEMENTACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA EMPRESA PLÁSTICO INDUSTRIAL CENTRO AMERICANO, S. A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 29 de febrero de 2012.


Juan Manuel Rosales García

Guatemala 11 de febrero de 2016

Ingeniero Roberto Guzmán Ortiz
Director de Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

Respetuosamente me dirijo a usted con el propósito de informarle que revisé el trabajo de graduación titulado **"IMPLEMENTACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA EMPRESA PLÁSTICO INDUSTRIAL CENTRO AMERICANO, S.A."**, el cual fue presentado por el estudiante Juan Manuel Rosales García con carné 199930189 y después de haber realizado las correcciones pertinentes considero que cumple con el objetivo trazado.

Por lo tanto hago de su conocimiento que en mi opinión dicho trabajo reúne los requisitos para continuar con el siguiente proceso.

Atentamente



Ingeniero Marvin Emilio Talé Ajpop
Colegiado No. 8229
Asesor



USAC

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.084.2016

El Coordinador del Área Complementaria, de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA EMPRESA PLÁSTICO INDUSTRIAL CENTRO AMERICANO, S.A.** desarrollado por el estudiante **Juan Manuel Rosales García** recomienda su aprobación.

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador del Área de Complementaria
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, febrero 2016



USAC

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.M.120.2016

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y con la aprobación del Coordinador del Área Complementaria del trabajo de graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA EMPRESA PLÁSTICO INDUSTRIAL CENTRO AMERICANO, S.A.** del estudiante **Juan Manuel Rosales García**, carné No. **1999-30189** y luego de haberlo revisado en su totalidad, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Roberto Guzmán Ortiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica



Guatemala, abril de 2016

/aej

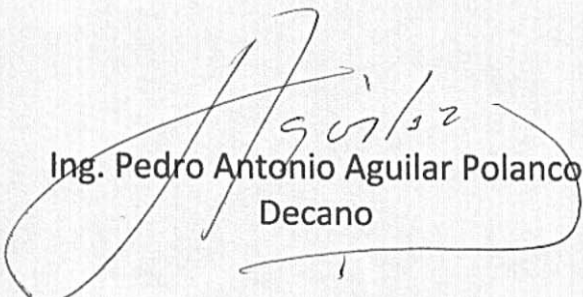


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 146.2016

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA EMPRESA PLÁSTICO INDUSTRIAL CENTRO AMERICANO, S. A.,** presentado por el estudiante universitario: **Juan Manuel Rosales García,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, abril de 2016

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por permitir realizar mis sueños y darme sabiduría en toda mi carrera universitaria.
Mis padres	Santos Rosales y Olga García de Rosales, por darme su apoyo incondicional en todo momento.
Mi esposa	Sofía Vela de Rosales, por ser mi cómplice en todo momento y apoyo incondicional en mi carrera.
Mi hija	Isabel Rosales Vela, por ser mi ángel y mi inspiración para ser un mejor padre.
Mis hermanos	Deyanira, Corina, Sigrid, Edson y Aránzazu Rosales García, por su entusiasmo y apoyo en mi vida.
Mis suegros	Ismael Vela y Consuelo de Vela, por su cariño y apoyo brindado.
Mis sobrinos	Erick, José, Rodrigo Guzmán Rosales, Olga, Stephanie, Nico Figueroa Rosales, Mikeyla Barreno Rosales, por su cariño.

Mis abuelos

Augusto García, por su cariño, Juan Rosales,
Isabel Ángel y Mayu Gómez, (q. e. p. d.), por
guiar mi camino desde el cielo.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala y Facultad de Ingeniería	Por ser una importante influencia en mi carrera y permitirme ser parte de ella.
Empresa Plástico Industrial Centro Americano, S. A.	Por brindarme la información y la experiencia para realizar mi trabajo de graduación.
Mi asesor	Ingeniero Emilio Talé, por el apoyo brindado en todo momento para la revisión y elaboración de mi trabajo de graduación.
Catedráticos	Por todos sus consejos y experiencias transmitidas durante la carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. IDENTIFICACIÓN INSTITUCIONAL	1
1.1. Generalidades de la empresa.....	1
1.1.1. Reseña histórica	1
1.1.2. Actividades y productos	2
1.1.3. Estructura organizacional	8
1.1.4. Ubicación	9
1.1.5. Croquis de la planta de producción	10
1.2. Departamento de Mantenimiento	11
1.2.1. Actividades y responsabilidades.....	11
1.2.2. Estructura organizacional	12
1.3. Conceptos generales.....	14
1.3.1. Descripción de mantenimiento.....	14
1.3.2. Tipos de mantenimiento frecuencia y responsable de la ejecución del mantenimiento en Picasa.....	14
1.3.2.1. Mantenimiento preventivo.....	14
1.3.2.2. Mantenimiento correctivo.....	15
1.3.2.3. Mantenimiento primario	15

1.3.2.4.	Mantenimiento secundario	16
2.	IMPLEMENTACIÓN DEL PROCEDIMIENTO.....	19
2.1.	Desarrollo del procedimiento de mantenimiento preventivo	19
2.1.1.	Propósito	19
2.1.2.	Alcance.....	19
2.1.3.	Responsabilidad	20
2.1.4.	Desarrollo	20
2.1.4.1.	Mantenimiento preventivo de máquinas.....	20
2.1.4.2.	Mantenimiento preventivo de moldes...	21
2.1.4.3.	Mantenimiento de instalaciones y servicios	23
2.1.4.4.	Condiciones no previstas	24
2.1.4.5.	Control de calibración de equipos de medición	24
2.1.4.6.	Equipo de emergencias y dispositivos de seguridad	24
2.1.5.	Diagrama de flujo de mantenimiento preventivo	25
2.2.	Anexo 1	27
3.	DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	29
3.1.	Procedimiento mantenimiento correctivo	29
3.1.1.	Propósito	29
3.1.2.	Alcance.....	29
3.1.3.	Responsabilidad	30
3.1.4.	Desarrollo	30
3.2.	Diagrama de flujo del mantenimiento correctivo	31

4.	EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	33
4.1.	Resultados obtenidos durante la implantación del programa de mantenimiento	33
4.2.	Análisis de los resultados	33
	CONCLUSIONES	37
	RECOMENDACIONES	39
	BIBLIOGRAFÍA	41
	APÉNDICES	43
	ANEXOS	49

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Proceso de rotomoldeo	3
2.	Ciclos del proceso de rotomoldeo	4
3.	Proceso de termoformado lámina delgada.....	5
4.	Proceso de termoformado de lámina gruesa	6
5.	Proceso de extrusión.....	7
6.	Organigrama de Plástico Industrial Centro Americano, S. A.....	9
7.	Ubicación actual de la empresa Plástico Industrial Centro Americano, S. A.	10
8.	Organigrama del Departamento de Mantenimiento de Picasa.....	13
9.	Horas utilizadas en mantenimiento en marzo	16
10.	Porcentaje de costo mantenimiento preventivo-correctivo en marzo ...	17
11.	Diagrama de flujo de mantenimiento preventivo	26
12.	Diagrama de flujo de mantenimiento correctivo	32
13.	Tiempo empleado en mantenimiento correctivo.....	34
14.	Tiempo empleado en mantenimiento correctivo.....	35
15.	Tiempo empleado en mantenimiento correctivo vs. preventivo.....	35
16.	Horas utilizadas en mantenimiento en preventivo-correctivo en agosto..	36
17.	Porcentaje de costo de mantenimiento preventivo-correctivo en agosto..	36

TABLAS

- I. Registros asociados al procedimiento de mantenimiento preventivo....27
- II. Registro asociado al procedimiento de mantenimiento correctivo32

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
mm	Milímetro
PS	Poliestireno
HDPE	Poliestireno de alta densidad
PE	Polietileno
PP	Polipropileno
P	Procedimiento
p	Protocolo
R	Registro
Rpm	Revoluciones por minuto

GLOSARIO

Chumacera	Piezas utilizadas para sostener ejes en los extremos.
Electroválvula	Válvula accionada con un electroimán que regula un circuito de accionamiento de apertura y cierre.
Engrane	Conjunto de ruedas dentadas y piezas que encajan entre sí y forman parte de un mecanismo o de una máquina.
Extrusión	Es un proceso utilizado para crear objetos con sección transversal definida y fija.
Horómetro	Dispositivo que registra el número de horas que un motor o equipo, generalmente eléctrico o mecánico, ha funcionado desde la última vez que se ha inicializado.
Oven	Horno de cocimiento de productos de rotomoldeo.
Pellets	Pequeñas concentraciones de resinas utilizadas como materia prima para la conformación de diversos productos.
Picasa	Plástico Industrial Centro Americano, S. A.

Plástico	Son aquellos materiales compuestos por resinas, y otras sustancias, son fáciles de moldear y pueden modificar su forma de manera permanente a partir de una cierta compresión y temperatura.
Polietileno	Es un polímero de cadena lineal no ramificada.
Polímeros	Se define como macromoléculas compuestas por una o varias unidades químicas (monómeros) que se repiten a lo largo de toda una cadena.
Procedimiento	Documento que especifica la forma para llevar a cabo una actividad o un proceso.
Registro	Documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas.
Rotomoldeo	Es un proceso conformado de productos plásticos en el cual se introduce polímero en estado polvo o líquido dentro de un molde creando piezas huecas.
Termoformado	Proceso en el cual una lámina plástica, entre 0,25 y 2,00 mm de espesor, se calienta hasta suavizarla y luego se forma a bajas presiones.

RESUMEN

La importancia de la implementación de un programa de mantenimiento, que cumpla con la característica del control e inspección de los equipos y detección de fallas al inicio para ser corregidas en su oportunidad, ayudan al proceso productivo a ser más eficientes. Esto para controlar los paros provocados por la falta de controles y rutinas de mantenimiento.

Durante la implementación del programa de mantenimiento preventivo se deben contemplar una serie cambios y de acciones como el entrenamiento de personal técnico y operativo. Esto para el correcto llenado de los registros y ejecución de actividades de mantenimiento preventivo para cada máquina. Así como la creación de inventario de repuestos y datos técnicos para agilizar las actividades a realizar

La empresa Plástico Industrial se enfoca en la fabricación de productos para la vivienda e industria, como son tanques de almacenaje de agua, fosas sépticas, pilas plásticas de uno y dos lavaderos, línea vial, separadores y conos viales, fabricación de tapas para bebida fría y caliente, impresión digital de alta calidad, además de la fabricación de domos acrílicos para la industria y el hogar, fabricación de bobinas para la elaboración de sus productos.

OBJETIVOS

General

Elaborar el procedimiento, instructivos y documentos de referencia para la ejecución de mantenimiento preventivo en la empresa Plástico Industrial Centro Americano, S. A.

Específicos

1. Definir el procedimiento de ejecución de mantenimiento para cada línea de producción.
2. Reducir costos por actividades desarrolladas en mantenimiento.
3. Reducir tiempos de paro de maquinaria por desperfectos de operación o de mantenimiento.
4. Capacita al personal de producción y mantenimiento en el uso de los documentos y guías de mantenimiento.

INTRODUCCIÓN

Con el objeto de mejorar la eficiencia en el proceso productivo de la planta se hace necesario atender a las áreas que apoyan de manera directa el buen funcionamiento del equipo y maquinaria que se requiere para este fin. Esto previo a presentar la propuesta y se realiza una reseña e identificación institucional de la empresa Plástico Industrial Centro Americano, S. A. Es una empresa sólida y de tradición en productos para la vivienda e industria en el cual se encuentran los diferentes procesos de producción como rotomoldeo, termoformado lámina delgada, termoformado de lámina gruesa, extrusión, impresión digital y serigrafía. Con esta tecnología de vanguardia ofrecen productos de alta calidad y competitivos. Así como su organigrama y distribución de equipos y áreas para los diferentes procesos.

En el segundo capítulo se encuentra el desarrollo del procedimiento del programa de mantenimiento preventivo, para las diferentes áreas que intervienen en el proceso productivo. Por medio de su diagrama de flujo se pueden realizar las actividades sin ninguna complicación, ya que se detalla el procedimiento por área que se interviene: rotomoldeo, termoformado lámina delgada, termoformado lámina gruesa, extrusión, impresión digital y área de instalaciones y servicios.

Finalmente se encuentra el desarrollo del procedimiento para realizar las actividades del mantenimiento correctivo. Asimismo a los responsables de cómo actuar durante una eventualidad no programada. El análisis de los resultados obtenidos de la aplicación de la propuesta a través de gráficas y su interpretación.

.

1. IDENTIFICACIÓN INSTITUCIONAL

1.1. Generalidades de la empresa

La información relevante de la empresa Picasa tiene por objeto conocer de forma general a la empresa, su estructura organizacional y sus departamentos involucrados en la producción.

1.1.1. Reseña histórica

Plástico Industrial Centro Americano, S. A. forma parte del grupo de empresas del Grupo Industrial Empaques, Embalajes y Complementos (GIEEC). Ellos trabajan en la búsqueda continua de la excelencia en el negocio de plásticos utilizando tecnología de punta, regido por un sistema de administración de calidad y apoyado en un recurso humano comprometido.

Fundada en 1967 inicia operaciones con la fabricación de productos de termoformado de gran tamaño, como carátulas para rótulos, domos para iluminación natural y otros.

En 1995 introduce la fabricación de depósitos rotomoldeados de polietileno, para el sector industria y vivienda. En 2001 implementa una línea de termoformado continuo para fabricación de tapas desechables para vasos de polipapel para bebida fría y caliente. En el 2004 introduce la fabricación de la pila plástica rotomoldeada de polietileno y en 2009 se introduce el lavadero plástico rotomoldeado de polietileno.

Complementando sus líneas de producción con el proceso de impresión digital de gran formato fabricando calcomanías autoadhesivas. Esto para la decoración de vehículos y equipos refrigerantes para distintas industrias.

Desde entonces ha sostenido un vigoroso crecimiento y desarrollo de productos de rotomoldeo nuevos como letrinas, tarimas plásticas y línea vial, destacando el enfoque en el sector construcción e industrial.

Plástico Industrial Centro Americano, S. A. promueve, mantiene y desarrolla una cultura de calidad, contando desde 1991 con el apoyo del programa OPTIMA. Esto con un claro enfoque en la satisfacción de los clientes y en la mejora continua de los procesos y productos.

Política de calidad de Plástico Industrial Centro Americano, S. A:

Debemos buscar continuamente la excelencia en el negocio de empaques utilizando un sistema de gestión de calidad eficaz y recurso humano competente, para obtener la satisfacción de nuestros clientes internos y externos, cumpliendo los compromisos acordados y respetando el marco legal.¹

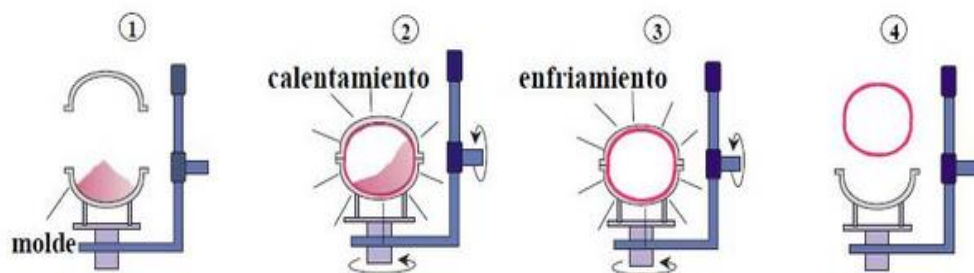
1.1.2. Actividades y productos

Plástico Industrial utiliza tres procesos básicos de transformación de plásticos; rotomoldeo, termoformado continuo o de lámina delgada y termoformado de lámina gruesa. Complementa sus líneas de transformación con varios procesos de decoración tales como impresión digital, impresión serigráfica y corte electrónico de película vinílica.

¹ Picasa. *Política de Calidad de Plástico Industrial Centro Americano, S. A.* 2007. p.2.

- Proceso de rotomoldeo: el moldeo rotacional o rotomoldeo es el proceso de transformación del plástico empleado para producir piezas huecas, en el que plástico en polvo o líquido se vierte dentro de un molde mientras gira en dos ejes biaxiales.
- Los productos que se producen en la línea de rotomoldeo son: pilas plásticas (pilas de un lavadero y de dos lavaderos), línea vial (separadores viales, tambos viales, postes viales), depósitos de captación de agua o tinacos con capacidades de 450 lt, 1 070 lt, 1 100 lt, 2 500 lts, 3 200 lts, 6 000 lts, fosas para aguas negras.

Figura 1. **Proceso de rotomoldeo**



Fuente: *Rotomoldeo*.

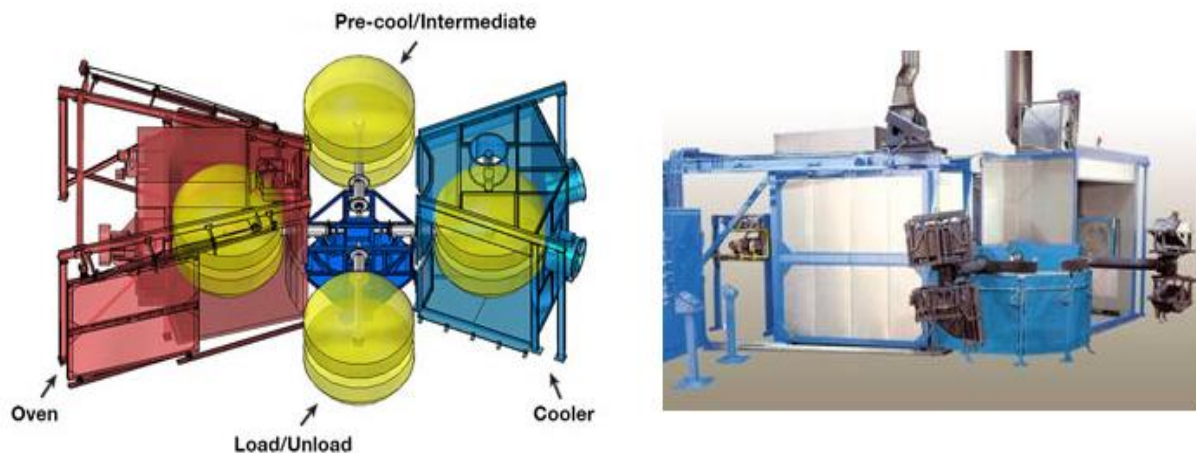
<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/rotomoldeo.html>. Consulta: 17 de septiembre de 2015.

El procedimiento de fabricación es de la siguiente forma:

- Se vierte el material plástico o líquido en el molde en el área de espera, carga o descarga.

- Ingresa a un horno cerrado durante un tiempo determinado el cual va a depender del tipo de producto que se fabrique el cual oscila entre (9 a 21 minutos).
- Se deja en el área de Preenfriamiento durante 8 a 15 minutos antes que ingrese al área de Enfriamiento. Esto para evitar el choque térmico evitar deformación en los moldes.
- Ingresa al área de Enfriamiento durante un tiempo determinado dependiendo el producto que se fabrique.
- Luego para el área de Espera, carga o descarga para ser descargado e iniciar nuevamente el proceso cíclico.

Figura 2. **Ciclos del proceso de rotomoldeo**



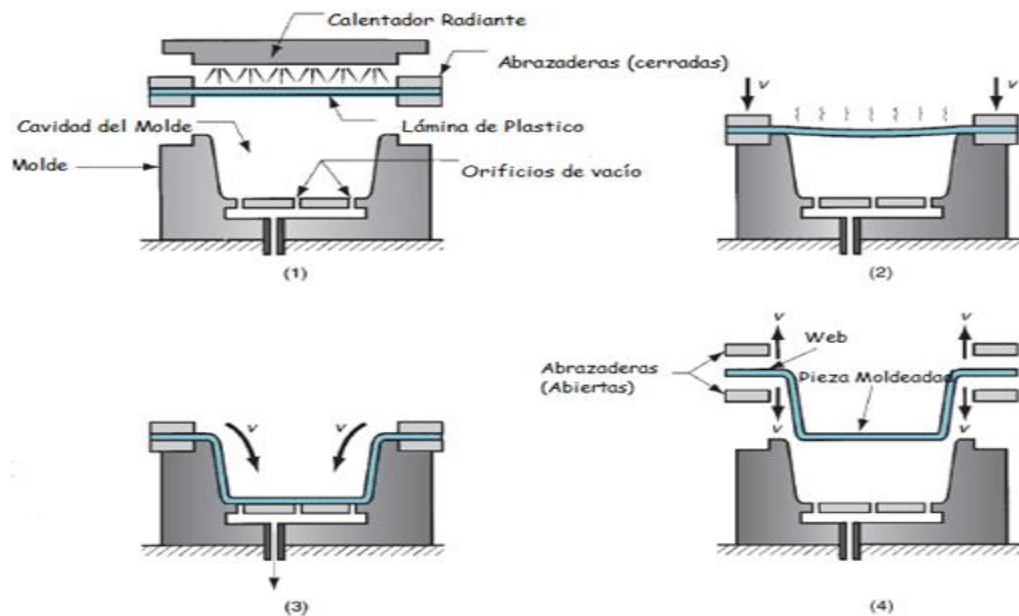
Fuente: *Ferry Industries*.

<http://www.ferryindustries.com/RotoSpeed/FixedArmTurretMachines.cshtml>. Consulta:

21 de marzo de 2015.

- Proceso de termoformado continuo o de lámina delgada: proceso en el cual una lámina plástica, entre 0,25 y 2,00 mm de espesor, se calienta hasta suavizarla y luego se forma a bajas presiones. Esto utilizando un molde con la forma del artículo requerido. Los productos que se producen en la línea de termoformado de lámina delgada son: tapa desechables para vasos de polipapel utilizados en restaurantes de comida rápida, bandejas de comida.

Figura 3. **Proceso de termoformado lámina delgada**



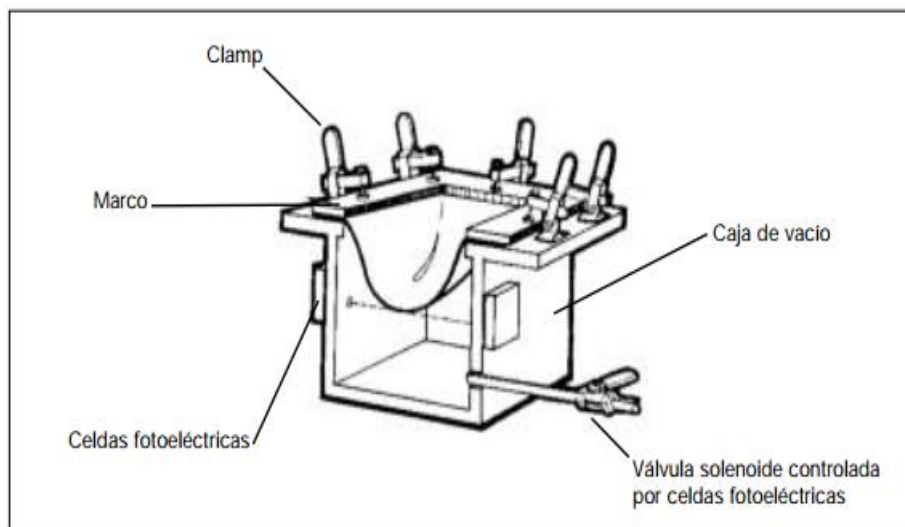
Fuente: *Proceso de conformación del plástico.*

<http://procesosdemanufacturaesPOCH.blogspot.com/2013/05/procesos-de-conformacion-de-plasticos.html>. Consulta: 22 de marzo de 2015.

- Proceso de termoformado de lámina gruesa: proceso en el cual una lámina plástica, entre 2,00 y 6,00 mm de espesor, se calienta hasta suavizarla. Luego se forma por medio de presión o vacío utilizando un

molde con la forma del artículo requerido. Los productos que se producen en la línea de termoformado lámina gruesa son: domos, tragaluces utilizados en viviendas y bodegas, carátulas. Estas son utilizadas en rótulos luminosos, exhibidores para productos tales como llantas y bebidas, bandejas empleadas en la agricultura.

Figura 4. **Proceso de termoformado de lámina gruesa**



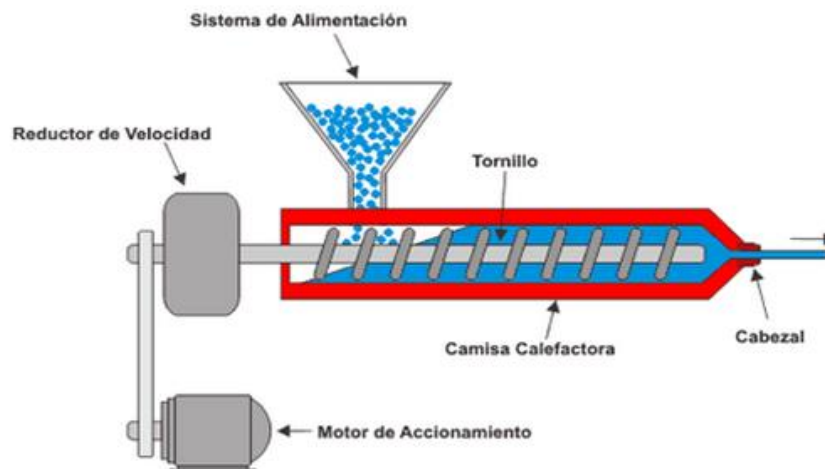
Fuente: *Proceso de conformación Termoformado*.

<http://procesosdemanufacturaespoch.blogspot.com>. Consulta: 21 de marzo de 2015.

- Proceso de extrusión de lámina delgada: la extrusión es uno de los procesos de conformación fundamental, para los metales y cerámica, así como polímeros. La extrusión es un proceso de compresión en el cual el material es forzado a fluir a través de un orificio para proporcionar el producto de largo y continuo cuya forma de sección transversal se determina por la forma del orificio.

- En la extrusión de polímeros, la materia prima en forma de gránulos (*pellets*) o en polvo se alimenta a un cilindro de extrusión donde se calienta y se funde y forzado a fluir a través de una abertura de la matriz por medio de un tornillo giratorio, los componentes principales de la máquina de extrusión son el barril y el tornillo.
- Los *pellets* se alimentan por gravedad sobre el tornillo giratorio, que mueve el material a lo largo del cilindro. Se utilizan calentadores eléctricos para fundir inicialmente los *pellets* sólidos, el mezclado y el trabajo mecánico subsiguiente del material generan el calor adicional que mantiene la fusión.

Figura 5. **Proceso de extrusión**



Fuente: *Proceso de extrusión*.

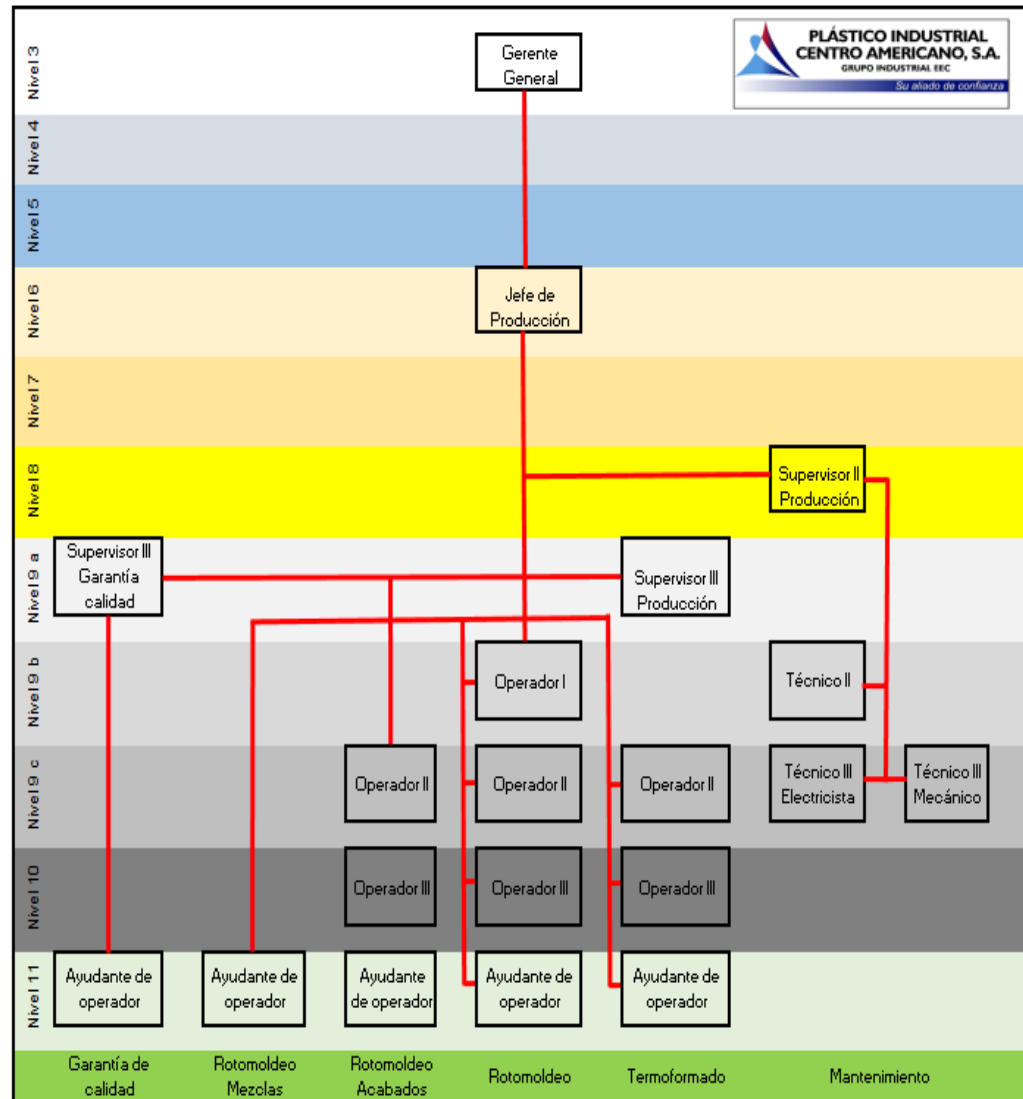
<http://procesosdemanufacturaespoch.blogspot.com/2013/05/procesos-de-conformacion-de-PLÁSTICOS.html>. Consulta: 14 de septiembre de 2015.

En los proceso complementarios cuenta con el proceso de serigrafía e impresión digital de gran formato fabricando calcomanías autoadhesivas. Esto para la decoración de vehículos y equipos refrigerantes para distintas industrias.

1.1.3. Estructura organizacional

La empresa Plástico Industrial Centro Americano, S. A. cuenta con una estructura organizacional definida que permite asignar trabajos, coordinar actividades y delegar autoridad, responsabilidad para lograr alcanzar sus objetivos institucionales. En la figura 6 se presenta el organigrama de la empresa de las áreas de Producción de Termoformado, Rotomoldeo y de Mantenimiento, siendo los departamentos con mayor participación en la producción.

Figura 6. **Organigrama de Plástico Industrial Centro Americano, S. A.**



Fuente: Picasa.

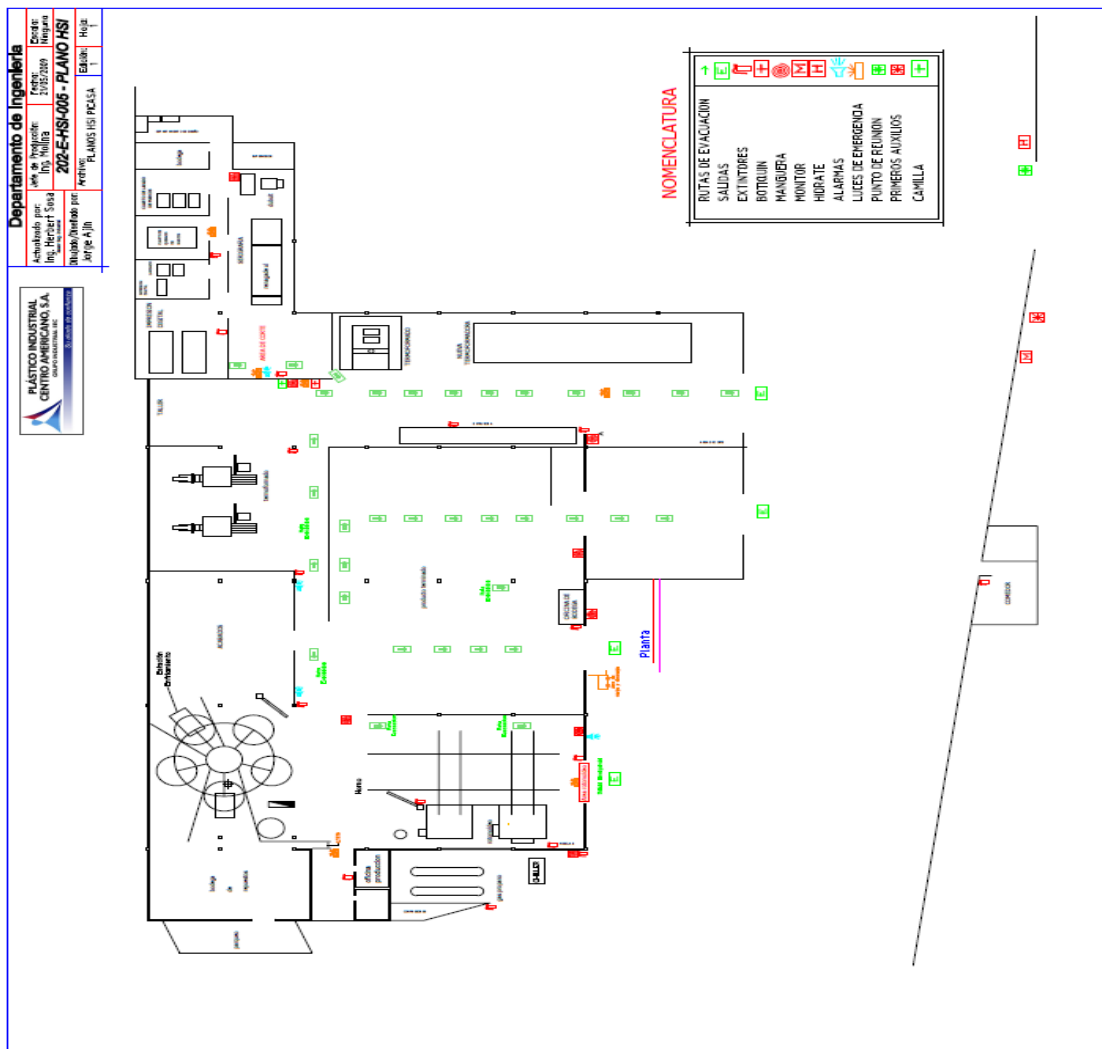
1.1.4. Ubicación

Avenida Petapa y 55 calle zona 12, Guatemala, Guatemala.

1.1.5. Croquis de la planta de producción

A continuación se presenta la distribución y ubicación de las áreas de producción.

Figura 7. **Ubicación actual de la empresa Plástico Industrial Centro Americano, S. A.**



Fuente: Picasa.

1.2. Departamento de Mantenimiento

Está involucrado de manera protagónica asumiendo el adiestramiento, asesoría técnica y reparación de los equipos e infraestructura.

1.2.1. Actividades y responsabilidades

El Departamento de Mantenimiento tiene la responsabilidad de garantizar y velar por el buen funcionamiento de los equipos que interactúan el proceso de producción y de las instalaciones. Esto por medio de un programa de mantenimiento preventivo programado.

Dentro de las actividades que realiza el Departamento de Mantenimiento son las siguientes.

- Planificar y priorizar las tareas de mantenimiento de los equipos e instalaciones.
- Planificar de las actividades para mantenimientos preventivos y correctivos.
- Garantizar la disponibilidad de los equipos e instalaciones.
- Solicitar y autorizar repuestos que sean necesarios para la reparación de los equipos e instalaciones.
- Recopilar la información obtenida de los reportes y analiza la información para programar.

- Desarrollar proyectos para el mejoramiento de procesos así como la eficiencia.
- Programar y ejecutar programas de control de calibración de los equipos de medición que interactúan en los diferentes procesos.
- Realizar contacto con proveedores para buscar las mejores opciones en repuestos.

1.2.2. Estructura organizacional

El Departamento de Mantenimiento se rige bajo las directrices del jefe de Producción y a su vez depende de la máxima autoridad que es la Gerencia General. El jefe de Producción y el supervisor de producción II conforman los puestos superiores en el Departamento de Mantenimiento los cuales poseen la autoridad para la toma de decisiones pertinentes, para solventar cualquier problema.

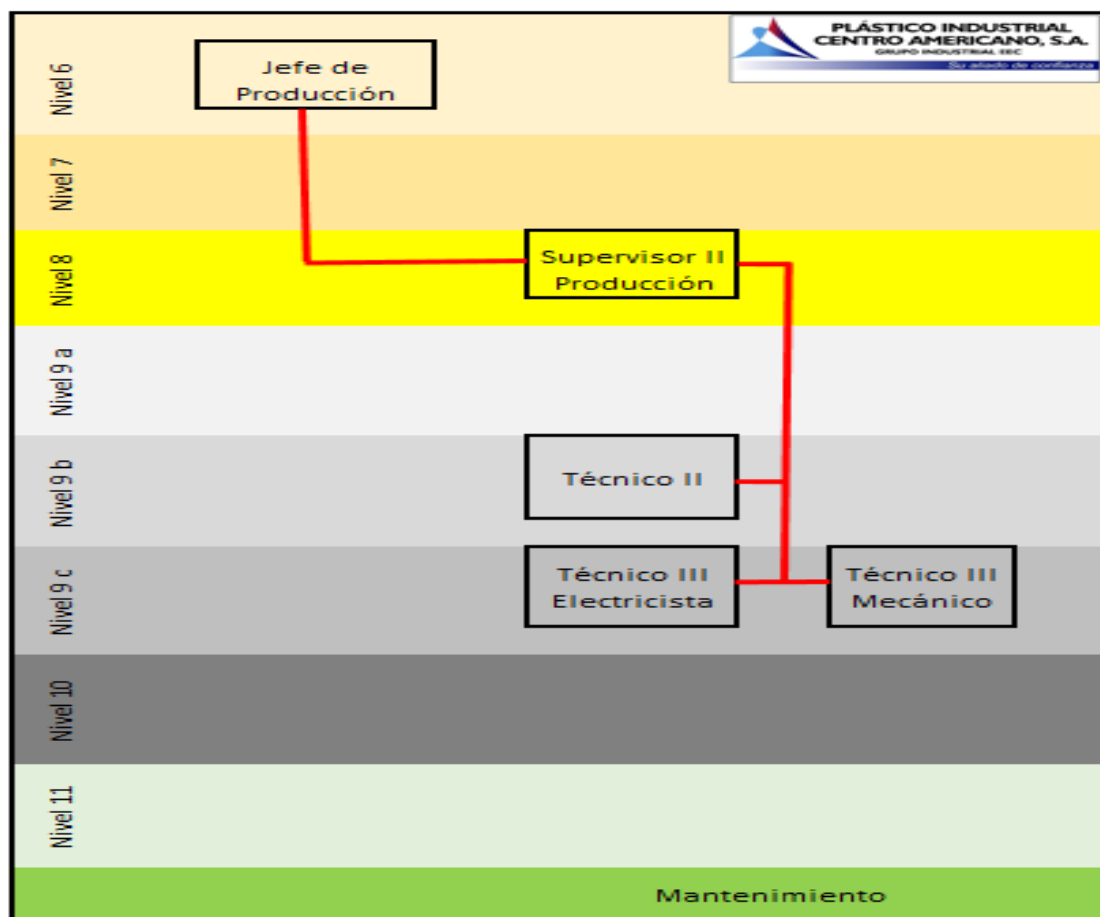
El supervisor de producción II está capacitado para realizar y planear los programas de mantenimiento así como su ejecución. A su vez es el enlace con Gerencia y jefe de Producción para reportar sobre el estatus de cualquier avería o mejoras en las máquinas e instalaciones.

En los niveles de jerarquías abajo del supervisor de producción II se encuentran los técnicos II Nivel 9b (técnicos eléctricos II ó técnicos mecánicos II). Ellos están capacitados para interactuar y presentar informes más detallados como por ejemplo fallas en *PLC*, fallas en *Driver*, fallas en servomotores.

En el nivel 9c del organigrama se encuentran los técnicos III (técnicos eléctricos III y técnicos mecánicos III) los cuales son los encargados de las revisiones de los horómetros instalados en cada máquina y reportar a su jefe inmediato que es el supervisor de producción II.

La estructura organizacional del Departamento de Mantenimiento se muestra en la figura 3 la cual marca la línea jerárquica del departamento.

Figura 8. **Organigrama del Departamento de Mantenimiento de Picasa**



Fuente: Picasa.

1.3. Conceptos generales

Se definen los conceptos principales de mantenimiento que intervienen el procedimiento de mantenimiento.

1.3.1. Descripción de mantenimiento

El Departamento de Mantenimiento de Picasa está conformado por personal técnico calificado que cuenta con aptitudes y capacitaciones para solventar, ejecutar los programas y actividades. Estas requieren para el correcto funcionamiento y garantizar la disponibilidad de los equipos e instalaciones que interactúan en los diferentes procesos de producción.

1.3.2. Tipos de mantenimiento frecuencia y responsable de la ejecución del mantenimiento en Picasa

Es importante en un plan de mantenimiento definir la frecuencia y responsabilidades al momento de la ejecución de las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipos que intervienen en la producción.

1.3.2.1. Mantenimiento preventivo

Son todas aquellas actividades que se programan con antelación y su principal función es la conservación de equipos o instalaciones mediante la realización de programas, revisiones y reparaciones que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad de los equipos. En ellos interactúan los técnicos II y técnicos III (eléctricos y mecánicos) y operadores que apoyan realizando actividades básicas.

Objetivos del mantenimiento preventivo:

- Disminuir el tiempo muerto, tiempo de parada de equipos.
- Estandarizar la carga de trabajo para el personal de mantenimiento debido a una programación de actividades.
- Disminuir el costo de las reparaciones.
- Procurar alta confiabilidad de los equipos para un buen funcionamiento operando en mejores condiciones de seguridad.

1.3.2.2. Mantenimiento correctivo

Es toda acción de corrección que se da por un paro inesperado o funcionamiento anormal de un equipo. Este impide seguir trabajando o que pueda poner en riesgo el equipo o la calidad del proceso productivo, es ejecutado por los técnicos II y técnicos III (eléctricos y mecánicos) cuando se requiere su intervención.

1.3.2.3. Mantenimiento primario

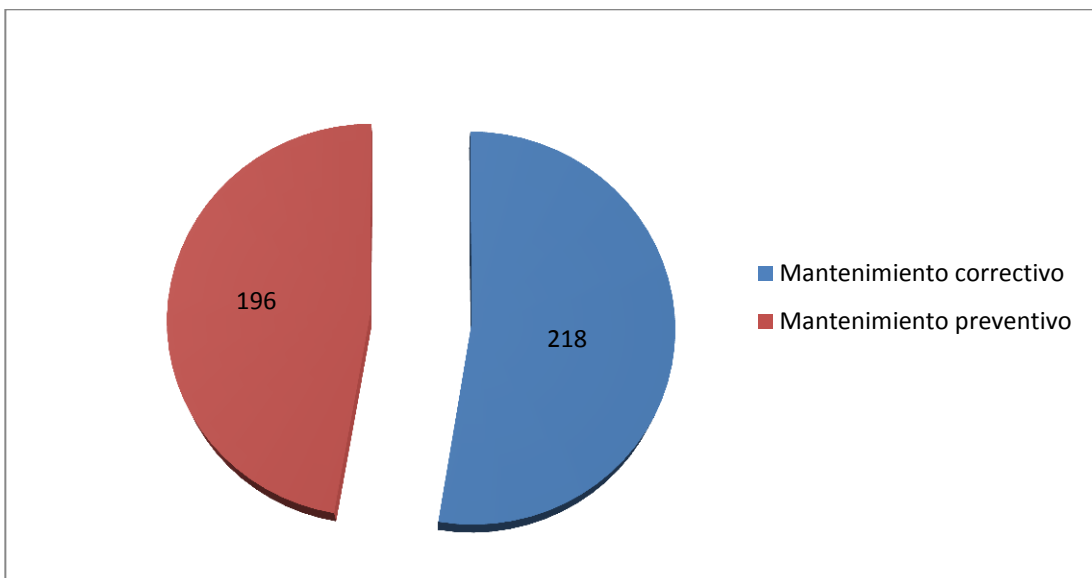
Se define como mantenimiento primario a todas aquellas actividades que son desarrolladas por el personal operativo. Estas no requieren del conocimiento técnico o alguna aptitud en específico, desarrollan las actividades como engrase de máquinas, limpieza de máquina y de partes móviles, limpieza y revisión de dispositivos de seguridad y purga de equipos. Estos son efectuados con una frecuencia de 120 horas.

1.3.2.4. Mantenimiento secundario

Son todas aquellas actividades en las que intervienen y ejecutan los técnicos II y técnicos III (eléctrico y mecánico), los cuales se realizan con una frecuencia de 720 horas, 2 160 horas, 4 320 horas, 8 760 horas. Los ejemplos son la limpieza de partes eléctricas, apriete de borneras, limpieza de tarjetas electrónicas y mantenimiento de motores. Estas requieren del conocimiento técnico para ejecutarlas.

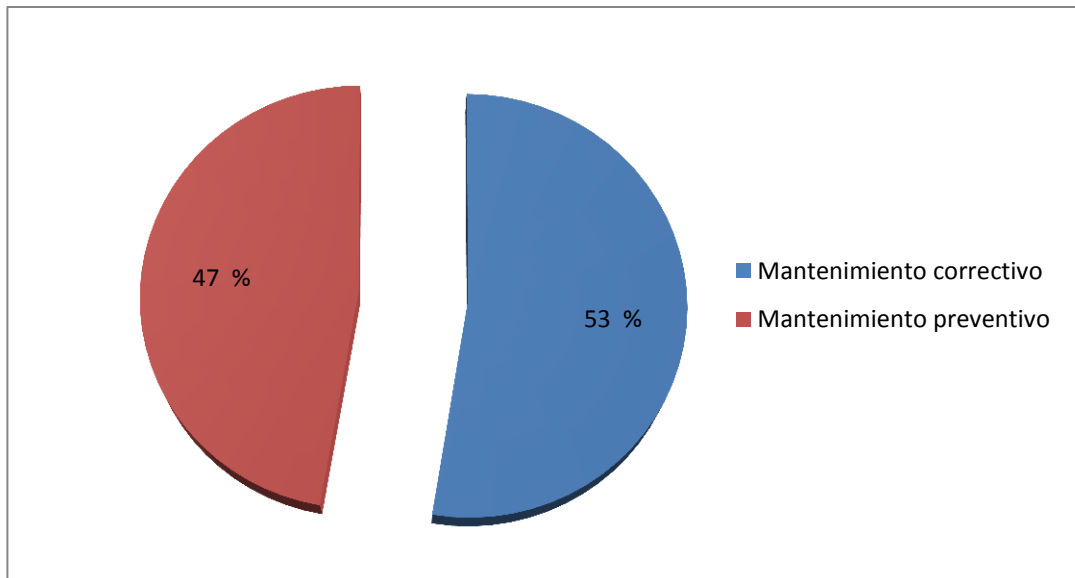
El porcentaje de aplicación de mantenimiento correctivo y preventivo al inicio del estudio y la implementación del programa de mantenimiento se tenía una distribución, como se muestra en las siguientes gráficas.

Figura 9. Horas utilizadas en mantenimiento en marzo



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Porcentaje de costo mantenimiento preventivo-correctivo en marzo**



Fuente: jefe de Producción Picasa.

Se logra apreciar que durante el primer mes de muestreo se tenía que el costo de mantenimiento correctivo es el 53 % de costos de las actividades programadas del Departamento de Mantenimiento. Los datos de porcentaje de costos son únicamente del Departamento de Mantenimiento el cual no incluye el porcentaje de costo de producción por las correcciones realizadas.

2. IMPLEMENTACIÓN DEL PROCEDIMIENTO

2.1. Desarrollo del procedimiento de mantenimiento preventivo

Se describe el desarrollo del procedimiento para la ejecución del programa de mantenimiento preventivo de Picasa. Asimismo, sus fases correspondientes a la ejecución y encargados para las diferentes áreas e instalaciones que están involucradas en el proceso productivo.

2.1.1. Propósito

Establecer un procedimiento para planificar, programar, ejecutar y verificar el mantenimiento preventivo de la maquinaria e instalaciones. Así como para el control de calibración de los equipos de medición, garantizando la disponibilidad requerida del proceso de producción de Plástico Industrial Centro Americano, S. A.

2.1.2. Alcance

El presente procedimiento es válido para toda máquina, equipo o instalación. Estos están directamente relacionados con el proceso productivo en la fabricación de productos rotomoldeados, termoformados de lámina delgada, termoformados de lámina gruesa, serigrafía e impresión digital.

2.1.3. Responsabilidad

- El responsable de la elaboración y actualización del presente procedimiento es el jefe de Producción.
- El responsable de la aprobación es el representante de la dirección.
- El responsable del seguimiento del cumplimiento del presente procedimiento es el supervisor de Producción (mantenimiento).
- El supervisor de Producción (mantenimiento) es el responsable del mantenimiento de las instalaciones incluyendo los servicios.

2.1.4. Desarrollo

Es un plan de mantenimiento periódico que se proyecta para la minimización de las averías ocurridas por la falta de programas y rutinas de mantenimiento.

2.1.4.1. Mantenimiento preventivo de máquinas

- El supervisor de Producción (mantenimiento) realiza una inspección bimestral a los horómetros instalados en cada máquina. Esto para determinar a qué equipo le corresponde mantenimiento, para crear la asignación de tareas primarias y secundarias según el Programa de mantenimiento preventivo (Registro núm. 1).

- Los operadores de las máquinas efectúan las tareas de mantenimientos primarios según el Programa de mantenimiento preventivo (Registro núm. 1) y registran el trabajo realizado en la Lista de chequeo correspondiente a su área. Además, anotan las observaciones para tomarlas en cuenta en intervenciones futuras, entregan la lista al supervisor de producción (mantenimiento) quien la analiza, toma las acciones necesarias y la archiva.
- El supervisor de Producción (mantenimiento) procede a llenar el registro de Solicitud de trabajo de mantenimiento (Registro núm. 10) y la entrega a los técnicos.
- Los técnicos efectúan las tareas de mantenimiento secundario asignadas en el registro de Solicitud de trabajo de mantenimiento (Registro núm. 10). Estos registran las actividades realizadas así como los repuestos y materiales utilizados. La entregan al supervisor quien la revisa, analiza y archiva.

2.1.4.2. Mantenimiento preventivo de moldes

- El supervisor de Producción (mantenimiento) asigna la programación para el mantenimiento preventivo de todos los moldes según registro Programa de mantenimiento preventivo (Registro núm. 1). Las actividades se realizan según Instructivo de mantenimiento de moldes de rotomoldeo y el Instructivo de mantenimiento de moldes de termoformado y según el requerimiento del operario. Esto es en el uso o cuando aparezca un defecto de calidad en cualquiera de los productos de rotomoldeo, el mantenimiento de moldes de termoformado se realiza con una periodicidad de cuatro semanas continuas de producción.

- Los operadores efectúan las tareas de mantenimiento primario a los moldes según registro Lista de chequeo rotomoldeo (Registro núm. 2), y el registro Lista de chequeo termoformado lámina delgada (Registro núm. 3), según el Programa de mantenimiento preventivo (Registro núm. 1) y registran el trabajo realizado en la lista de chequeo correspondiente a su área. También anotan las observaciones para tomarlas en cuenta en intervenciones futuras, entregan la lista al supervisor de producción (mantenimiento) quien la analiza, toma las acciones necesarias y la archiva.
- El supervisor de Producción (mantenimiento) procede a llenar el registro de Solicitud de trabajo de mantenimiento (Registro núm. 10) y la entrega a los técnicos.
- Los técnicos efectúan las tareas de mantenimiento secundario de los moldes según registro Lista de chequeo rotomoldeo (Registro núm. 2), Lista de chequeo termoformado lámina delgada (Registro núm. 3) y según el Programa de mantenimiento preventivo (Registro núm. 1), registran las actividades realizadas así como los repuestos y materiales utilizados. Lo entregan al supervisor, quien da por aceptado el trabajo en el registro Protocolo de recepción de moldes de termoformado (Registro núm. 14) y el Protocolo de recepción de moldes de rotomoldeo (Registro núm. 15) el cual es archivado y analizado por el supervisor de producción.

2.1.4.3. Mantenimiento de instalaciones y servicios

- El supervisor de Producción (mantenimiento) realiza la programación mensual para el mantenimiento preventivo de todas las instalaciones y servicios que intervienen en los procesos productivos según Programa de mantenimiento preventivo.
- Los operadores deben efectuar los mantenimientos primarios de las instalaciones según registro Lista de chequeo instalaciones (Registro núm. 7) y según el Programa de mantenimiento preventivo (Registro núm. 1) y registran el trabajo realizado en la lista de chequeo correspondiente a su área. Ellos anotan las observaciones para tomarlas en cuenta en intervenciones futuras, entregan la lista al supervisor de producción (mantenimiento) quien la analiza, toma las acciones necesarias y la archiva.
- El supervisor de producción (mantenimiento) procede a llenar la Solicitud de trabajo de mantenimiento (Registro núm. 10) y la entrega a los técnicos.
- Los técnicos efectúan los mantenimientos preventivos secundarios de los servicios según registro Lista de chequeo servicios (Registro núm. 8) y según el Programa de mantenimiento preventivo (Registro núm. 1) registran las actividades realizadas así como los repuestos y materiales utilizados. Lo entregan al supervisor de producción (mantenimiento), quien lo revisa, analiza y archiva.

2.1.4.4. Condiciones no previstas

- Al existir cualquier condición no prevista, el supervisor de producción (mantenimiento) la analiza y toma las acciones que considere convenientes y transmite la información al técnico o persona encargada.

2.1.4.5. Control de calibración de equipos de medición

- El supervisor de Producción (mantenimiento), revisará el Registro control de calibraciones (Registro núm. 9) y coordinará con los proveedores del servicio, la calibración o verificación, las fechas de actualización y los intervalos del mantenimiento y deberá actualizar este registro.

2.1.4.6. Equipo de emergencias y dispositivos de seguridad

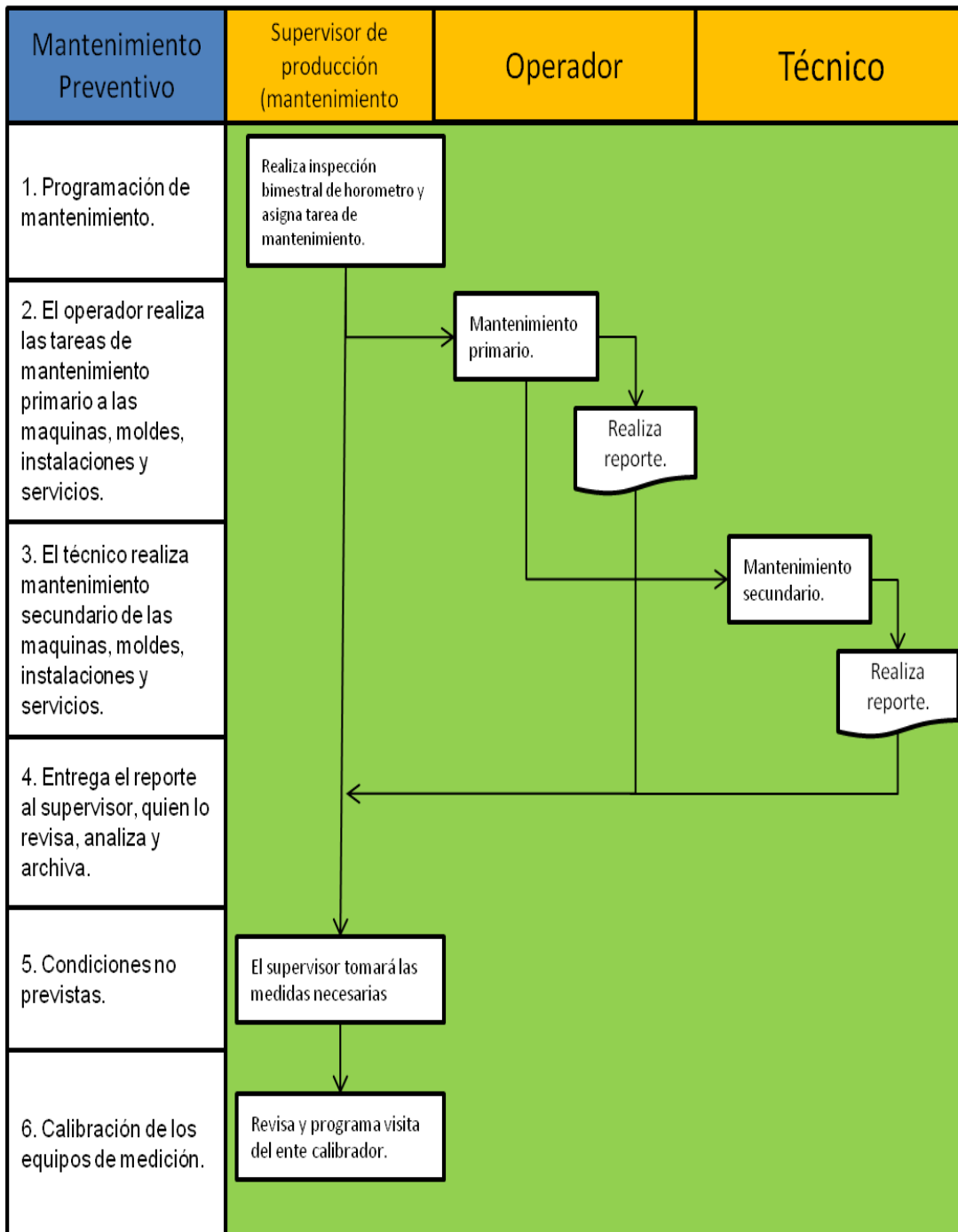
- El personal del Departamento de Mantenimiento, operarios y brigadistas que realicen mantenimientos primarios y secundarios, deberán realizar las siguientes tareas que se adjuntan en el Solicitud de trabajo de mantenimiento (Registro núm. 10) en el cual los técnicos y operadores, antes de iniciar la tarea asignada, deberán de contar su respectivo equipo de protección personal. (sección de seguridad industrial).
- Los brigadistas deberán realizar las tareas asignadas en inspección de dispositivos de emergencia y lo entregan al supervisor de producción (mantenimiento), quien lo revisa, analiza y archiva.

- Para la realización de trabajos de herramientas y soldadura que se efectúen fuera del área de mantenimiento (taller) se utilizará el registro permiso para operaciones de corte/soldadura y herramientas eléctricas que será entregado por el supervisor de Producción.
- Los trabajos realizados por el personal de mantenimiento deberán de ser identificados con rótulos antes de iniciar y cuando se termine la actividad deberá entregar el equipo, al operario con sus guardas si fuesen removidas y probado el equipo y firmar el registro Solicitud de trabajo de mantenimiento (Registro núm. 10) de recibido.
- Los mantenimientos realizados por contratista deberán de contar con su respectivo equipo de protección personal (mascarillas, redecillas, arnés de seguridad y otros.) adecuado para cada tarea que se va a realizar dentro de las instalaciones de Picasa. Si van a realizar trabajos de soldadura y corte deberán de tener el registro permiso para operaciones de corte/soldadura y herramientas eléctricas, y deberán entregar un informe al supervisor de producción (mantenimiento) quien analiza revisa y archiva.

2.1.5. Diagrama de flujo de mantenimiento preventivo

Se presenta el diagrama de flujo de mantenimiento preventivo del cual se conocerá en forma clara el procedimiento y los pasos a seguir para solucionar y ejecutar el mantenimiento preventivo.

Figura 11. Diagrama de flujo de mantenimiento preventivo



Fuente: Picasa.

2.2. Anexo 1

Se enlistan los registros que se usarán en el procedimiento de mantenimiento preventivo, correctivo y programa de mantenimiento preventivo y solicitud de trabajo para asignación de tareas.

Tabla I. **Registros asociados al procedimiento de mantenimiento preventivo**

Registro	Nombre del registro
Registro núm. 1	Programa de mantenimiento preventivo
Registro núm. 2	Lista de chequeo rotomoldeo
Registro núm. 3	Lista de chequeo termoformado lámina delgada
Registro núm. 4	Lista de chequeo termoformado lámina gruesa
Registro núm. 5	Lista de chequeo serigrafía
Registro núm. 6	Lista de chequeo impresión digital
Registro núm. 7	Lista de chequeo instalaciones
Registro núm. 8	Lista de chequeo servicios
Registro núm. 9	Control de calibración
Registro núm. 10	Solicitud de trabajo de mantenimiento
Registro núm. 11	Lista de chequeo mezcladoras
Registro núm. 12	Lista de chequeo extrusora
Registro núm. 13	Lista de chequeo termoformado Sunwell
Registro núm. 14	Protocolo de recepción de moldes de termoformado
Registro núm. 15	Protocolo de recepción de moldes de rotomoldeo

Fuente: elaboración propia.

3. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

3.1. Procedimiento mantenimiento correctivo

Se describe de forma clara el procedimiento de cómo efectuar cuando existe un mantenimiento correctivo, así como las diferentes jerarquías para pedir autorización cuando se requiera de un ente externo.

3.1.1. Propósito

Establecer un procedimiento para ejecutar el mantenimiento correctivo para todas las máquinas que directamente e indirectamente están involucradas en el proceso productivo. Garantizando la disponibilidad de las máquinas y equipos requeridos para el proceso de producción de Plástico Industrial Centro Americano, S. A.

3.1.2. Alcance

El presente procedimiento es válido para toda máquina, equipo o instalación, que directamente está relacionada con el proceso. Esto productivo en la fabricación de productos rotomoldeado, termoformado de lámina delgada, termoformado de lámina gruesa, serigrafía e impresión digital.

3.1.3. Responsabilidad

- El responsable de la elaboración y actualización del presente procedimiento es el jefe de sección Producción.
- El responsable del seguimiento del cumplimiento del presente procedimiento es el jefe de sección Producción y jefe de sección Arte con la colaboración del supervisor, técnico mecánico y eléctrico y apoyo de la gerencia.
- Todo el personal de mantenimiento que interviene en el proceso de corrección tiene la responsabilidad de cumplir este procedimiento. Así como reportar cualquier situación que apoye la buena gestión del mismo.

3.1.4. Desarrollo

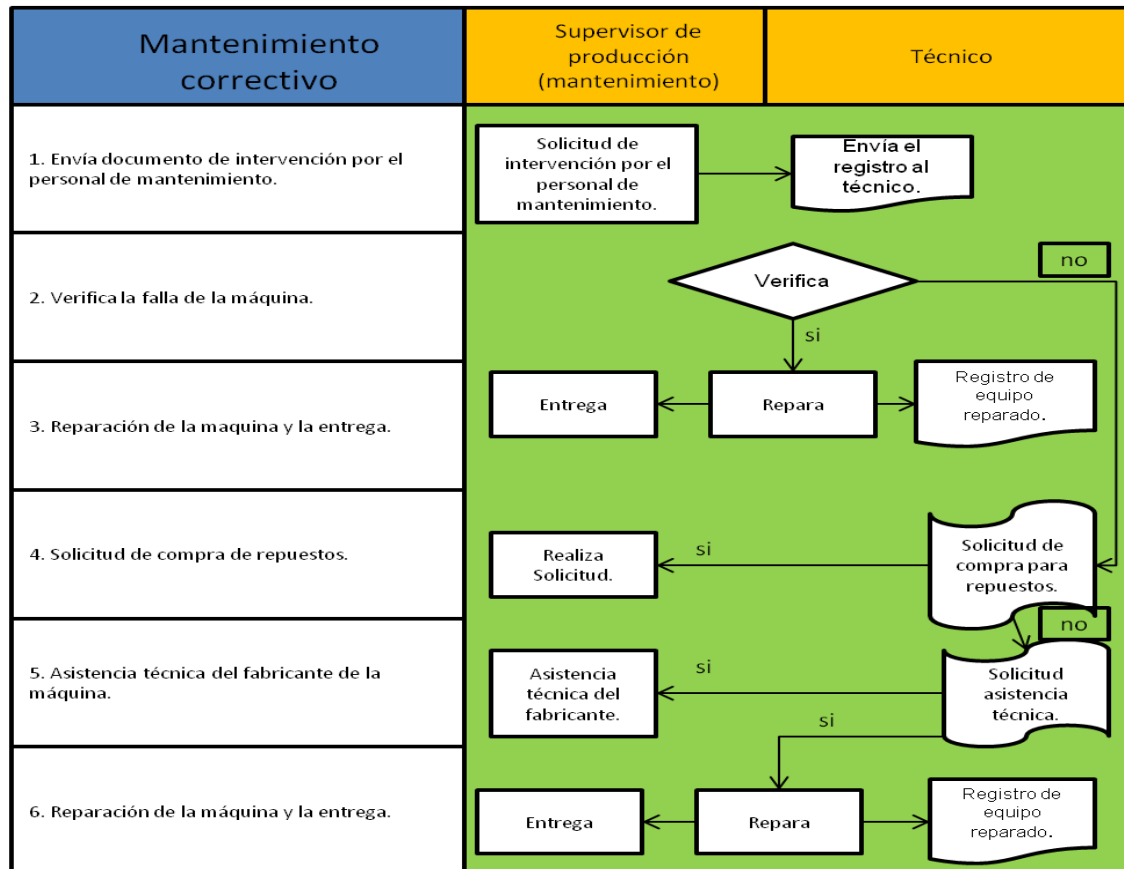
- El supervisor de producción emite el registro Solicitud de trabajo mantenimiento (Registro núm. 10) y es entregado al técnico asignado.
- El técnico recibe el documento, verifica la falla de la máquina e interviene.
- Si el problema se puede arreglar, con el equipo y herramientas disponible, se hace la reparación, se prueba la máquina y se entrega al Jefe de sección productiva con el registro Solicitud de trabajo mantenimiento (Registro núm. 10), este lo analiza y lo archiva.

- Si la falla no se puede reparar con el equipo y herramientas disponibles, o por falta del repuesto, el técnico solicita al jefe de la sección productiva efectúe la gestión de compra o fabricación.
- Si el problema es crítico, y esta fuera del alcance del personal de mantenimiento, se informa al jefe de la sección productiva quién solicita asistencia técnica a fabricante de la máquina o proveedor especializado.
- Reparado el fallo el técnico verifica el funcionamiento de la máquina en conjunto con el operador de la misma.
- El técnico procede a completar la información del registro Solicitud de trabajo mantenimiento (Registro núm. 10) y lo entrega al jefe de sección productiva, este lo analiza y lo archiva.
- Analiza y lo archiva.

3.2. Diagrama de flujo del mantenimiento correctivo

Se presenta el diagrama de flujo para realizar las actividades y los responsables que interactúan para solventar las correcciones en un mantenimiento correctivo el cual de conforma clara y sencilla se presenta a continuación.

Figura 12. Diagrama de flujo de mantenimiento correctivo



Fuente: Picasa.

Tabla II. Registro asociado al procedimiento de mantenimiento correctivo

REGISTRO	NOMBRE DEL REGISTRO
Registro núm. 10	Solicitud de trabajo mantenimiento

Fuente: elaboración propia.

4. EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

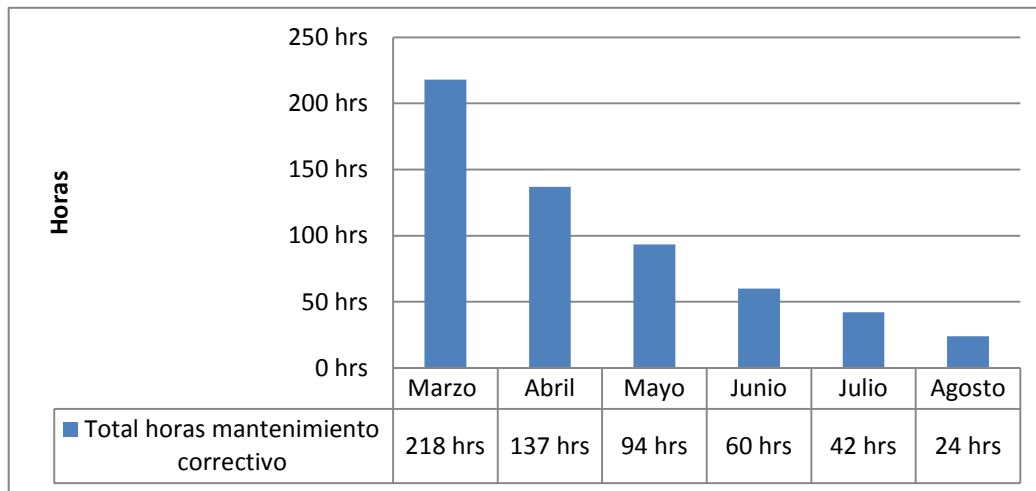
4.1. Resultados obtenidos durante la implantación del programa de mantenimiento

- Durante la investigación y el levantamiento de datos se logró determinar que la falta de controles y programas de mantenimientos, rutinas y responsables evidencian paros correctivos que afectan a la producción.
- Al no contar con controles establecidos puede provocar que se repitan las tareas, acortar las fechas o en su defecto a posponer los mantenimientos poniendo en riesgo los equipos e instalaciones.
- Se logran enumerar y cuantificar los problemas más recurrentes en los procesos productivos de la empresa.

4.2. Análisis de los resultados

Con la cuantificación y toma de actividades de mantenimiento se logró analizar las causas más comunes y que afectan la productividad en los procesos de rotomoldeo, termoformado, impresión digital e instalaciones y servicios. Estos se analizaron por medio de gráficas y se observa una disminución en el total de horas en mantenimiento correctivo el cual afecta directamente la eficiencia y disponibilidad del equipo. Esto da como resultado las siguientes gráficas.

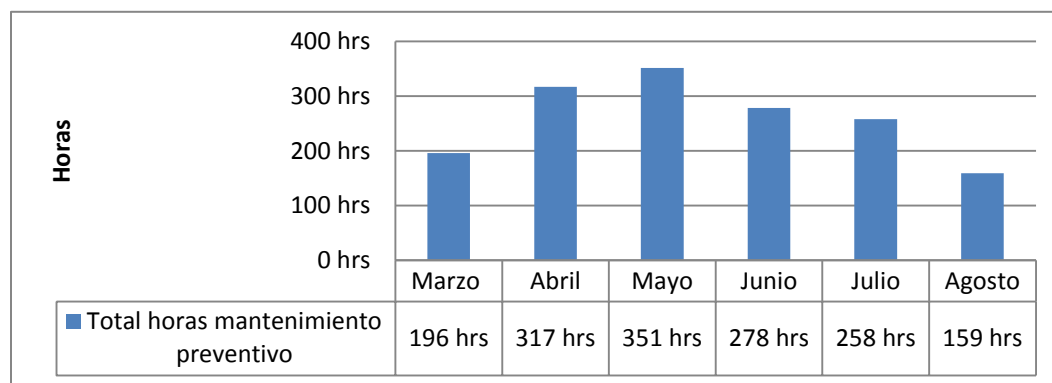
Figura 13. **Tiempo empleado en mantenimiento correctivo**



Fuente: elaboración propia.

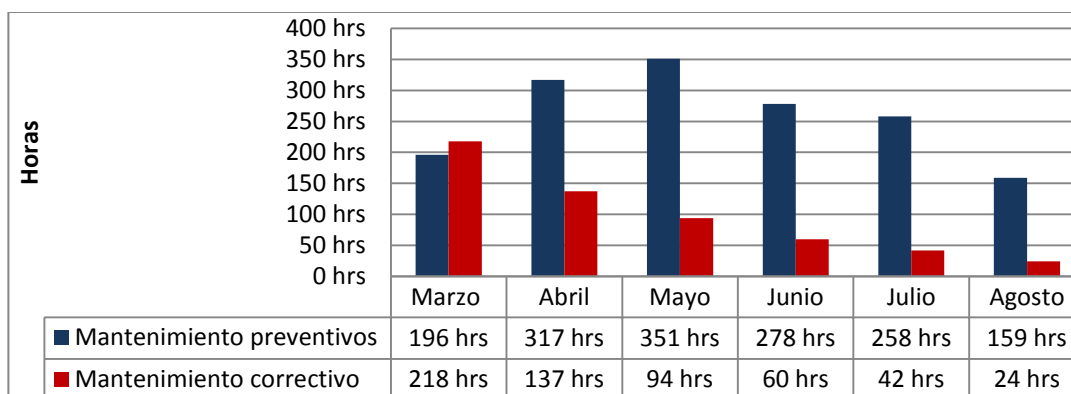
Durante la implementación se obtienen la siguiente gráfica de horas de mantenimiento preventivo. En él se observa que se priorizan actividades que en marzo no se efectuaron en el mantenimiento preventivo. Esto para disminuir las actividades de este mantenimiento, donde en abril y mayo fueron los meses que más horas de mantenimiento preventivo se realizó. En marzo no fue suficiente el tiempo que se programó para dichas actividades preventivas y provocó mayor tiempo de mantenimiento preventivo.

Figura 14. **Tiempo empleado en mantenimiento correctivo**



Fuente: elaboración propia.

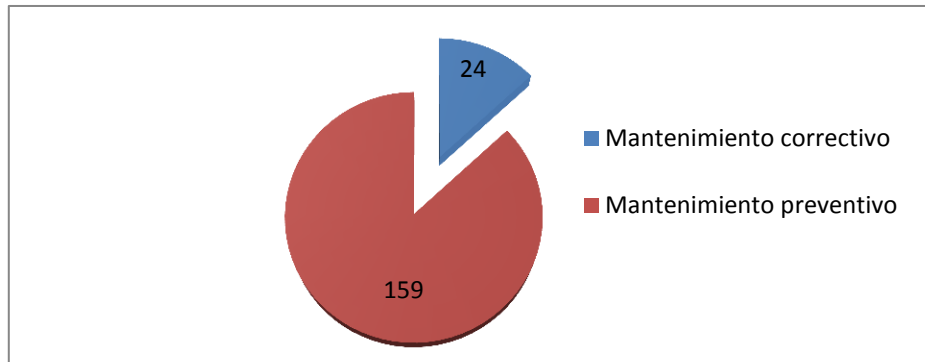
Figura 15. **Tiempo empleado en mantenimiento correctivo vs. preventivo**



Fuente: elaboración propia.

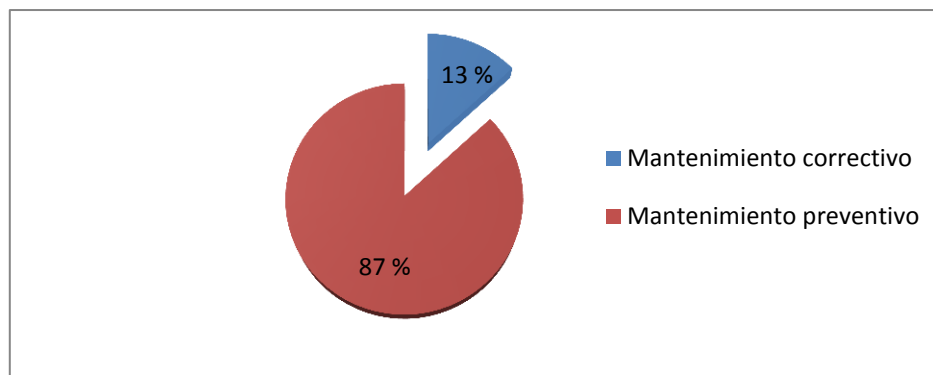
En esta gráfica se muestra la comparación de tiempo utilizado tanto en mantenimiento preventivo como correctivo. Este se logra apreciar una disminución del tiempo correctivo y disminución de mantenimientos preventivos, ya que con la buena programación y la implementación de registros se logra reducir los costos el cual se muestra en la siguiente gráfica.

Figura 16. **Horas utilizadas en mantenimiento en preventivo-correctivo en agosto**



Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Porcentaje de costo de mantenimiento preventivo-correctivo en agosto**



Fuente: jefe de Producción de Picasa.

En esta gráfica se puede notar la proporción en el costo del mantenimiento, el cual cambió de 47 % y 53 % al inicio de la implementación hasta un 13 % y 87 % al momento de terminar la medición.

CONCLUSIONES

1. La principal debilidad identificada del Departamento de Mantenimiento era la planificación y organización la que fue fortalecida con el programa de mantenimiento, no hubo necesidad de realizar cambios de personal técnico ni operativo.
2. Con la implementación del programa de mantenimiento preventivo se redujo el tiempo de trabajos correctivos, en 64 % mensual en promedio.
3. La disponibilidad de equipos aumentó de 78 % a 92 %, con respecto a las horas programadas de producción durante los 6 meses evaluados.
4. En relación de costos se obtuvo una reducción del 89 % en los mantenimientos correctivos y aumento el 87 % en mantenimiento preventivo, teniendo como resultado una diferencia global en relación al inicio del estudio.

RECOMENDACIONES

1. Realizar una reevaluación de resultados después de un año de implementación y revisión de fichas de chequeo de equipo.
2. Hacer una revisión periódica del correcto llenado de los registros y verificar que toda información sea lo más certera.
3. Al terminar la producción de un molde es necesario limpiarlo y secarlo, esto para evitar corrosión en el cuerpo del molde.
4. En termoformado hacer mantenimiento cada 4 semanas de producción constante en los moldes, ya que los tornillos que sujetan las piezas tienden a aflojarse.

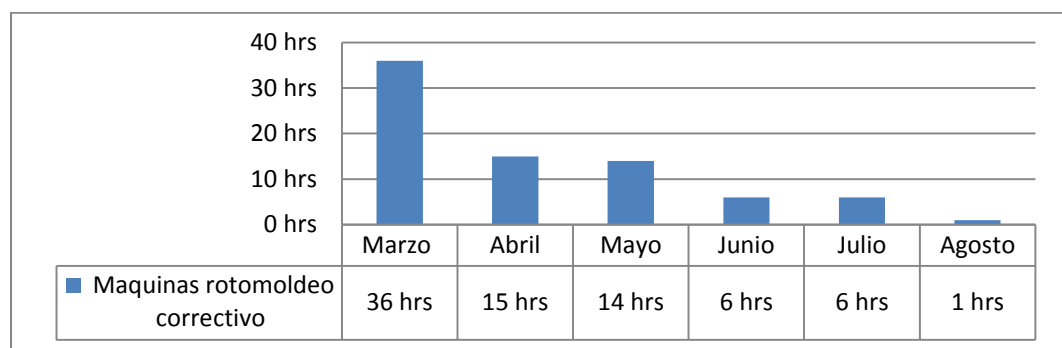
BIBLIOGRAFÍA

1. COMISH ALVAREZ, María Laura. *El ABC de los Plásticos*. Universidad Iberoamericana. 1997. 138 p.
2. FRANK P. Incropera. *Fundamentos de Transferencia de Calor*. 4a ed. México: Prentice Hall, 2013. 188 p.
3. JAMES M. Gere. *Mecánica de Materiales*. 5a ed. México: Thomson Learning, 2002. 752 p.
4. OSSWAL, Tim; GIMÉNEZ, Enrique. *Procesado de Polímeros Fundamentos*. Guaduales, Cúcuta, 2008. 293 p.
5. PICASA. *Conocimiento Básico del producto PICASA*. Guatemala: 2009. 12 p.
6. RAMOS CARPIO, Miguel Angel; Ruiz, Raquel de María. *Ingeniería de los Materiales Plásticos*. Madrid: Ediciones Díaz De Santos, 1988. 386 p.
7. RAMOS DE VALLE, Luis Francisco. *Extrusión de Plásticos Principios Básicos*. México: Limusa CV de México, 2013. 188 p.

APÉNDICES

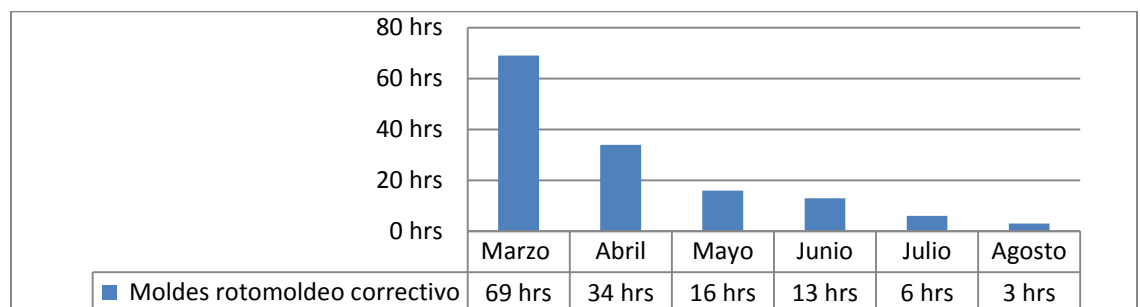
Apéndice 1. Gráficas de mantenimiento correctivo

Análisis de resultado del área de máquinas de rotomoldeo



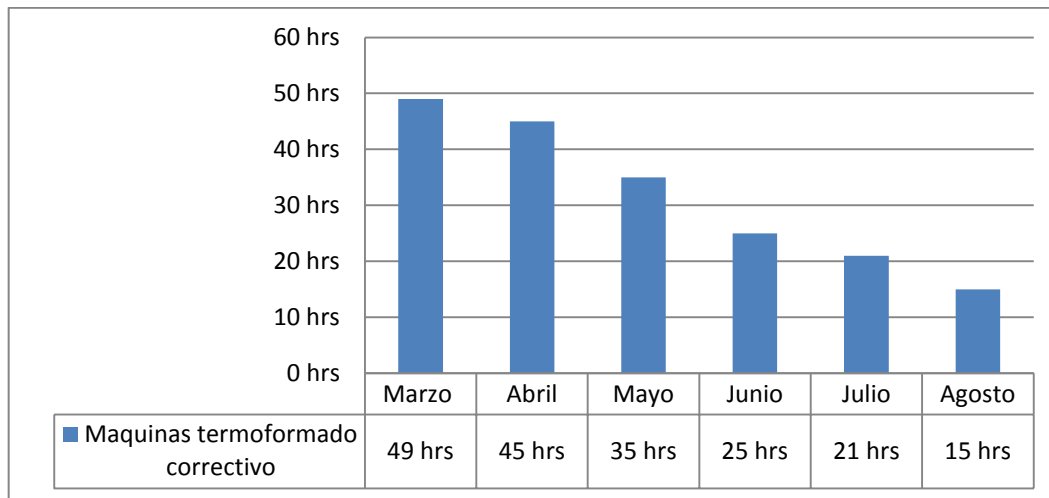
Fuente: elaboración propia.

Análisis de resultado del área de moldes de rotomoldeo



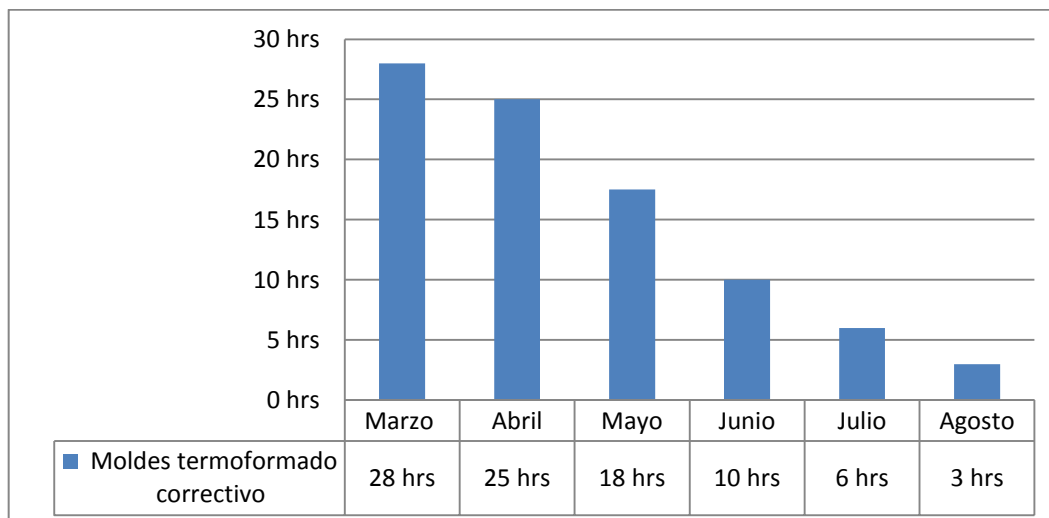
Fuente: elaboración propia.

Análisis de resultado del área de máquinas de termoformado



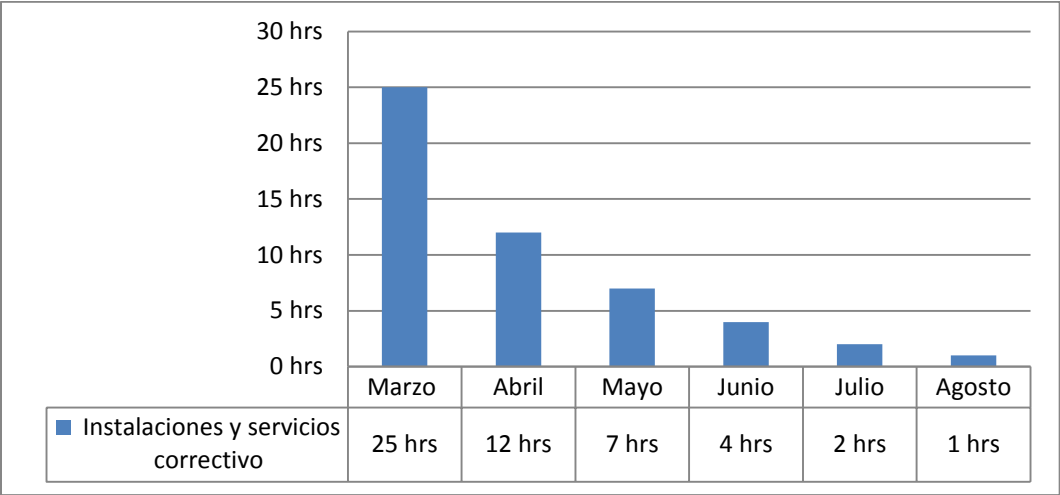
Fuente: elaboración propia.

Análisis de resultado del área de moldes de termoformado



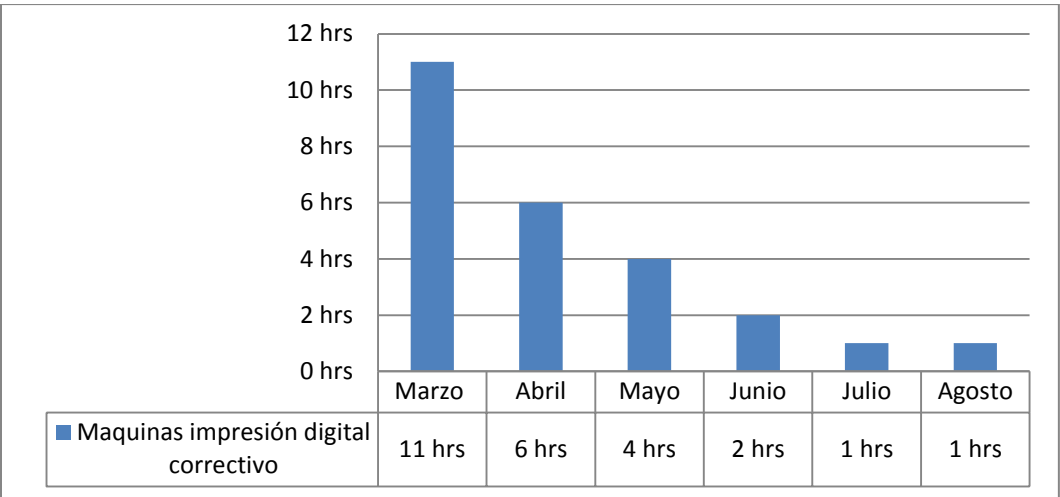
Fuente: elaboración propia.

Análisis de resultado del área instalaciones y servicios



Fuente: elaboración propia.

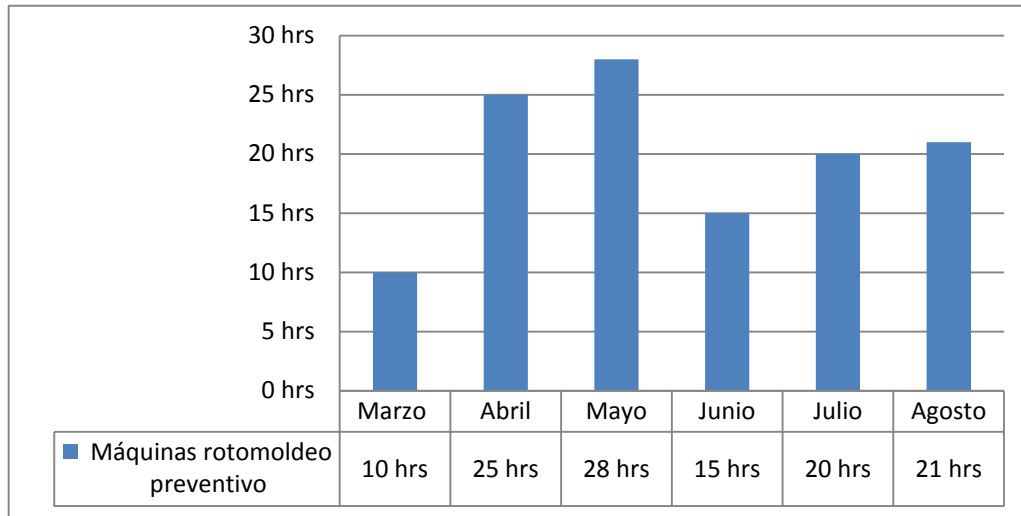
Análisis de resultado del área de impresión digital



Fuente: elaboración propia.

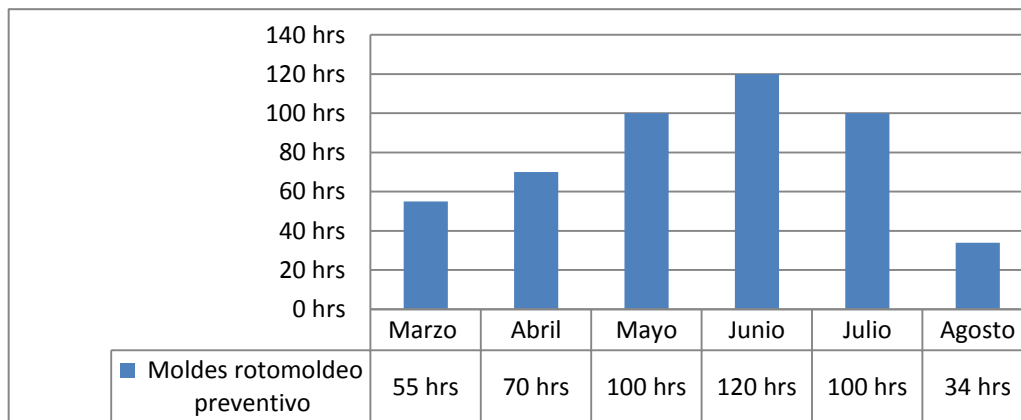
Apéndice 2. Gráficas de Mantenimiento Preventivo

Análisis de resultado del área de máquinas de rotomoldeo



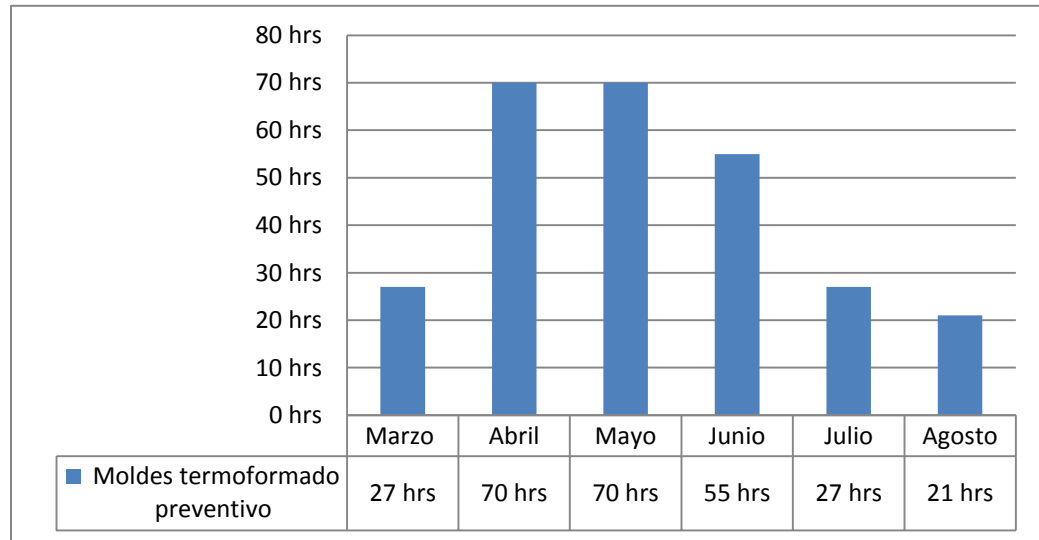
Fuente: elaboración propia

Análisis de resultado del área de moldes de rotomoldeo



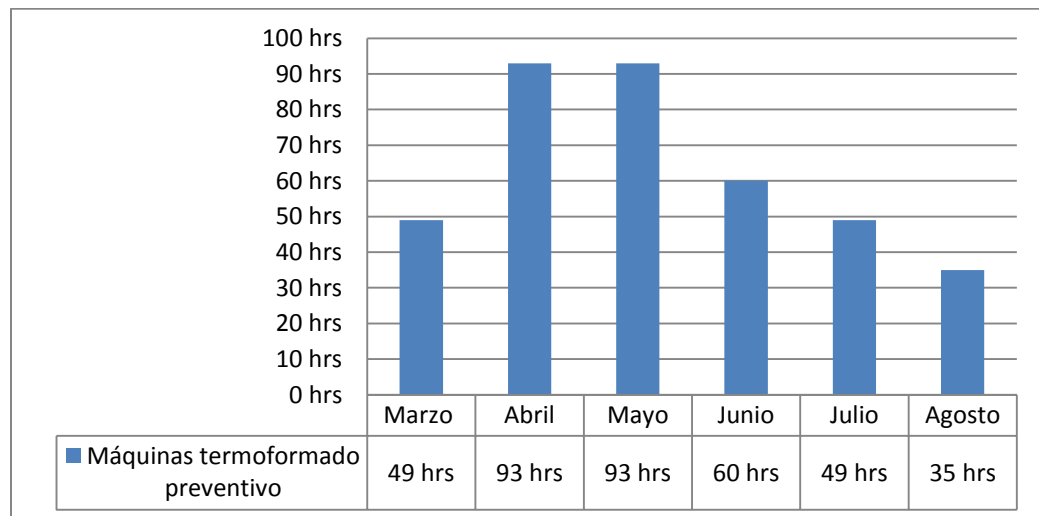
Fuente: elaboración propia

Análisis de resultado del área de moldes de termoformado



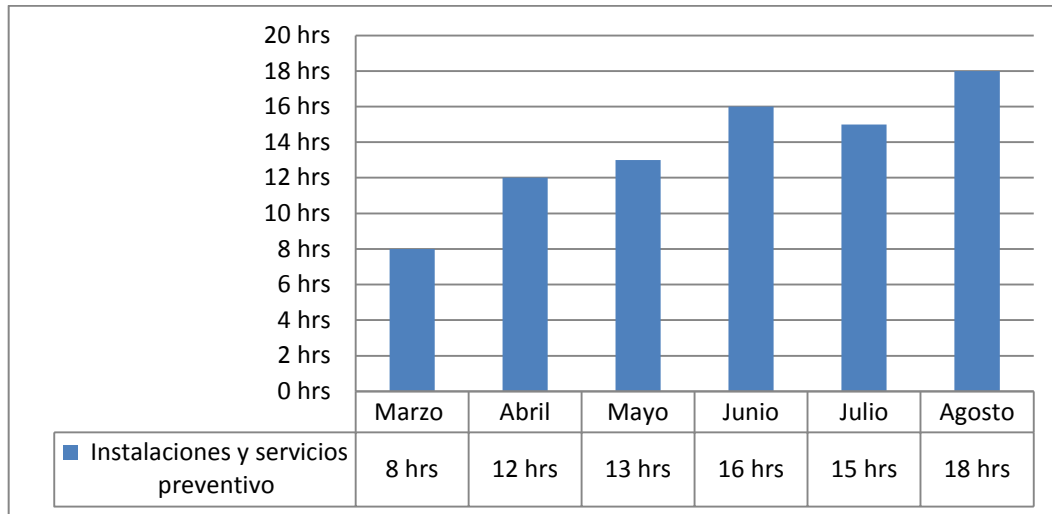
Fuente: elaboración propia

Análisis de resultado del área de máquinas termoformado



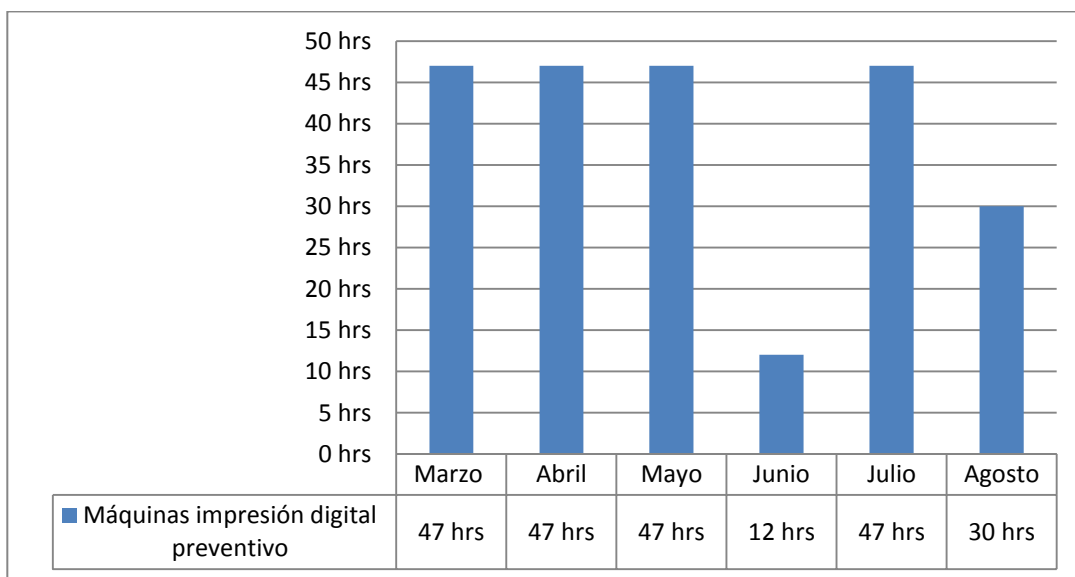
Fuente: elaboración propia

Análisis de resultado del área de instalaciones y servicios



Fuente: elaboración propia.

Análisis de resultado del área de impresión digital



Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 2. Programa de mantenimiento preventivo

	 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
Mantenimiento realizado por operador a cada 120 Hrs	
A cada 720 Hrs. realizado por técnico Mecánico y Eléctrico	
A cada 2160 Hrs. realizado por técnico Mecánico y Eléctrico	
A cada 4320 Hrs. realizado por técnico Mecánico y Eléctrico	
A cada 8760 Hrs. realizado por técnico Mecánico y Eléctrico	

Fuente: Picasa.

Anexo 3. Lista de chequeo de rotomoldeo



REGISTRO DE

LISTA DE CHEQUEO ROTOMOLDEO



Fecha		Hora Generada	
Tipo de falla:		Mant. Preventivo	
Eléctrica		Mant. de Molde	
Hidráulica		Cambio de Molde	
Neumática			
Mecánica			Primario

FERRY	Verificación y lubricación de la turbinas	
	Limpieza interior de Horno y área de enfriamiento	
	Revisión de cilindros y válvulas	
	Revisión bomba de agua	
	Limpieza deposito de agua y pichacha	
	Limpieza de aspersores	
	Revisión y lubricación de cadenas	
	Revisión de cilindros y válvulas	
	Lubricación áreas expuestas al calor	
	Chequeo y limpieza de dispositivos de emergencia	
	Revisión de las cajas reductoras	
	Revisión de cojinetes de ruedas	
	Verificación del sistema de freno	
	Revisión de plato	
Revisión de sprockets, cadenas y cojinetes internos de brazos		
Revisión de botonera de control de polipasto		
Limpieza de rodos y cojinetes de Polipasto		

Repuesto Utilizados, Materiales de Uso General y Herramienta especial

Observaciones Y/O Hallazgos:

Técnico / Operario Responsable Firma

VoBo. Supervisor _____

Fuente: Picasa.

Anexo 4. Lista de chequeo termoformado lámina delgada



REGISTRO DE LISTA DE CHEQUEO TERMOFORMADO LAMINA DELGADA



Fecha		Hora Generada	
Tipo de falla:		Mant. Preventivo	
Eléctrica		Mant. de Molde	
Hidráulica		Cambio de Molde	
Neumática			
Mecánica			
		Primario	

Maquina	Purgar tanque y filtro de aire comprimido	
	Lubricación general con grasa multiusos	
	Revisión de cadena no.100 doble	
	Lubricar partes móviles del dispensador con grasa multiusos	
	Limpieza de cadena de arrastre de material	
	Revisar tornillos que sujetan el molde	
	Chequear el movimiento y lubricación de los ejes guías	
	Lubricar con grasa multiusos y verificar la tensión de las cadenas de transmisión	
	Nivel de aceite de las unidades de mantenimiento	
	Chequeo y limpieza de dispositivos de emergencia	
	Verificar los cilindro amortiguadores	
	Molde	Lubricación de insertos con grasa grado alimenticio
Revisión de filo de cuchillas		
Verificar los tronillos que sujetan la barra transversal		
Revisión de resortes de ajuste de cuchillas		
Limpieza y lubricación con grasa grado alimenticio de los troqueles de corte, formación y expulsión		
Revisión de filos del molde superior y troquel de corte		
Revisión de tornillos		
Lubricación de los cojinetes de bronce con grasa multiusos		
Limpieza y lubricación de barras de insertos de expulsión con grasa multiusos		
Revisión de los pines amortiguadores		
Verificar la eficiencia del sistema de enfriamiento del molde		
Revisión de fittings y mangueras		

Repuesto Utilizados, Materiales de Uso General y Herramienta especial

Observaciones Y/O Hallazgos:

Técnico / Operario Responsable _____ Firma _____

VoBo. Supervisor _____

Fuente: Picasa.

Maquina	Drena el filtro de aire	
	Drena el tanque de vacío	
	Revisión de la unidad de mantenimiento	
	Revisión de la bomba de vacío	
	Lubricación de cadenas	
	Lubricación de cremalleras	
	Lubricación de los cilindro neumáticos	
	Limpieza de horno	
	Lubrique los racks de arriba y de abajo.	
	Chequeo del nivel de aceite de las cajas reductoras	
	Chequeo y limpieza de dispositivos de seguridad	
	Limpieza de los cilindros de sujeción de material	
Revisión y limpieza de ventiladores		

Observaciones Y/Ó Hallazgos:

Fuente: Picasa.

Anexo 6. Lista de chequeo de serigrafía



REGISTRO DE
LISTADO DE CHEQUEO DE SERIGRAFI.



Fecha		Hora Generada	
Tipo de falla:		Mantenimiento	
Eléctrica		Preventivo	
Neumática		Correctivo	
Mecánica		Instalación	
Otro			Primario

RENEGADE	Limpiar filtros, ventiladores y guardas.	
	Chequear los mecanismos de impresión	
	Limpiar la cama de vacío	
	Chequear que funcione la unidad de mantenimiento	
	Verificar el nivel de aceite en el lubricador de la línea de aire	
	Limpiar y lubrique el riel, las fajas y cojinetes del carro de impresión	
	Limpiar y lubrique las chumaceras de los gripper	
	Limpiar y lubrique las caras de los flanges de la bomba de vacío.	
	Verifique el nivel de aceite	
	Lubrique las chumaceras del Peel	
	Lubrique las chumaceras del Master Frame	
	Reemplace el filtro de la trampa de agua	
	Chequeo y limpieza de dispositivos de emergencia	
	Reemplace el lubricante de la caja reductora	
	Reemplace batería del Microprocesador	

Repuesto Utilizados, Materiales de Uso General y Herramienta especial

Observaciones Y/O Hallazgos:

Técnico/Operario Responsable _____ Firma _____

VoBo. Supervisor _____

Fuente: Picasa.

Repuesto Utilizados, Materiales de Uso General y Herramienta especial

Observaciones Y/Ó Hallazgos:

Firma

Fuente: Picasa.

Anexo 8. Lista de chequeo instalaciones



REGISTRO DE LISTA CHEQUEO INSTALACIONES



Fecha	_____	Hora Generada	
Tipo de falla:		Mant. Preventivo	
Hidráulica		Cambio de Molde	
Neumática			

Primario

Mantenimiento a iluminación general	
Chequear accesorios de las tuberías de agua, gas, aire	
Revisar caídas de agua pluviales	
Revisar tableros principales de distribución eléctrica	
Revisar transformador principal	
Revisar y lubricar rieles de portones	
Revisar ventiladores de acabados	
Limpieza y revisión de filtro de aire acondicionado en Arte	
Revisión y limpieza de techado de Arte	

Repuesto Utilizados, Materiales de Uso General y Herramienta especial

Observaciones Y/O hallazgos

Técnico / Operario Responsable	_____	Firma	_____
VoBo. Supervisor	_____		

Fuente: Picasa.

11

11

--	--

Identificación
Fugas
Purga de pulmones
Chequear accesorios de las tuberías de agua
Chequear accesorios de las tuberías de aire
Chequear accesorios de las tuberías de gas
Revisar caídas de agua pluviales
Revisar tableros principales de distribución eléctrica
Revisar transformador principal
Revisar ventiladores de acabados

[illegible]

Observaciones Y/O Hallazgos

[illegible]

Nombre del Responsable: _____ Firma: _____ Fecha Actualizada _____

Anexo 11. Solicitud de trabajo de mantenimiento

	Solicitud de Trabajo de Mantenimiento Plástico Industrial Centro Americano S.A.	
---	--	---

Hora: _____
 Fecha: _____
 Máquina: _____
 Nombre del Trabajo: _____

Hora Inicio: _____

Tipo de Trabajo

Mantenimiento Preventivo
 Mantenimiento Correctivo
 Mecánico

Eléctrico
 Neumático
 Hidráulico

Soldadura
 Moldes
 Instalación

Descripción del Trabajo

Repuestos y Materiales Utilizados

Hora Finalización _____ Tiempo Empleado _____

Firma de Recibido de Operador _____

Técnico Responsable _____

Firma _____

Vo.Bo. Del Supervisor _____

SECCIÓN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL			
Marque con un "cheque" quién ejecuta esta sección:		Marque con un "cheque" las siguientes actividades después de concluido el mantenimiento:	
1. Técnico interno asignado al mantenimiento		1. Probar los dispositivos de seguridad (paro de emergencia, cables, puertas, etc.)	
2. Técnico externo (proveedor) asignado al mantenimiento		2. Instalar las guardas de protección removidas.	
3. Operador asignado a la limpieza del equipo		3. Retirar del área toda herramienta y accesorios utilizados.	
Marque con un "cheque" las siguientes actividades antes de iniciar el mantenimiento:		4. Dejar limpia y ordenada el área de trabajo.	
1. Identificar el área de trabajo antes de realizar trabajos de mantenimiento.		5. Retirar los rótulos y / o cinta de identificación de trabajos de mantenimiento.	
2. Accionar el paro de emergencia general para evitar el arranque por otra persona.		Máquina o equipo ofrece condiciones de seguridad para ser operado? SI No	
3. Usar el equipo de protección personal adecuado para realizar los trabajos de mantenimiento.			
Los trabajos de Corte y / o Soldadura afuera del taller de mantenimiento requiere del permiso: 000-R-HSI-001 Permiso para operaciones de corte- soldadura y herramientas eléctricas , el cual debe solicitar al supervisor de producción.			

Importante: Si los dispositivos de seguridad no funcionan, no entregue la máquina y repórtelo al supervisor

Fuente: Picasa.

Anexo 12. Lista de chequeo mezcladoras



REGISTRO DE
LISTA DE CHEQUEO MEZCLADORA



Fecha		Hora Generada	
Tipo de falla:		Mant. Preventivo	
Eléctrica		Mant. de Molde	
Hidráulica		Cambio de Molde	
Neumática			
Mecánica			Primario

MEZCLADORA EQUIGUA	Condición de fajas	
	Revisión de cojinetes	
	Limpieza de tablero	
	Limpieza de basculas	
	Limpieza del área de trabajo	
	Chequeo y limpieza de dispositivos de emergencia	
	Revisión de caja reductora	
MEZCLADORA HURRICANE	Verificación del buen funcionamiento de tornillo de mezcla	
	Limpieza de tablero y maquina en general	
	Chequeo y limpieza de dispositivos de emergencia	
	Limpieza de tolva	

Repuesto Utilizados, Materiales de Uso General y Herramienta especial

Observaciones Y/O Hallazgos

Técnico / Operario Responsable

Firma

VoBo. Supervisor

Fuente: Picasa.

Fecha	Hora Generada	
Tipo de falla:	Mant. Preventivo	
Eléctrica	Mant. de Molde	
Hidráulica	Cambio de Molde	
Neumática		
Mecánica		Primario

Maquina	Limpieza del dado	
	Limpieza general de maquina	
	Limpieza de filtro	
	Lubricación y limpieza de partes móviles	
	Chequeo del nivel de agua (desmineralizada)	
	Limpieza y ajuste de carriles	
	Chequeo y limpieza de dispositivos y cables de emergencia	

Observaciones Y/O Hallazgos

VoBo. Supervisor _____

60

Anexo 14. Lista chequeo termoformado Sunwell



REGISTRO DE

LISTA DE CHEQUEO TERMOFORMADO SUNWELL



Fecha	Hora Generada	
Tipo de falla:	Mant. Preventivo	
Eléctrica	Mant. de Molde	
Hidráulica	Cambio de Molde	
Neumática		
Mecánica		Primario

SUNWELL	Revisión de fugas de agua y estado de Termostato	
	Chequeo y limpieza de dispositivos de emergencia	
	Limpieza de molino de extrusión	
	Limpieza interior de horno	
	Lubricación de partes móviles con grasa multipropósito	
	Purga de aceite en Máquina Troqueladora	
	Revisión bomba de agua	
	Revisión de cadenas	
	Revisión de cajas reductoras	
	Revisión de fugas en mangueras de agua y aire	
	Revisión de manguera de succión de molino a blower	
	Revisión de nivel de unidades de mantenimiento con aceite grado alimenticio	
	Revisión y ajuste de abrazaderas de mangueras de aire	
	Revisión y Ajuste de tornillos en área de troquel y área de formación	
	Limpieza de rodillos desembobinador de material	
	Lubricación de rodos de horno con grasa de alta temperatura	
	Revisión de guías plásticas del área de troquel	
Chequeo del funcionamiento de sensores de detección de material		
Revisión de Fugas de mangueras de lubricación		
Limpieza de filtro de bomba de vacío		
Revisión de estado de fajas de troqueladora		
Purga de Pulmón Secundario de Aire		

Repuesto Utilizados, Materiales de Uso General y Herramienta especial

Observaciones Y/O Hallazgos:

Técnico / Operario Responsable _____ Firma _____

VoBo. Supervisor _____

Fuente: Picasa.

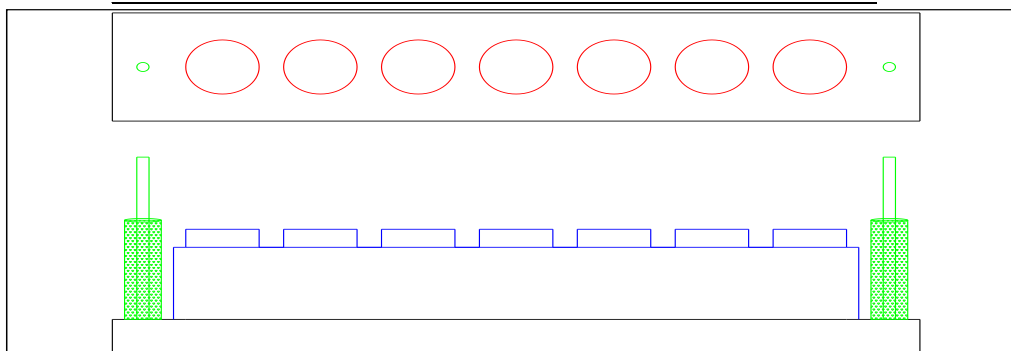
Anexo 15. Protocolo de recepción de moldes de termoformado

	PROTOCOLO DE RECEPCIÓN DE MOLDES DE TERMOFORMADO	
---	---	---

Fecha _____ Molde _____ Inserto _____ Técnico _____ Operación _____	Correlativo _____ Cavidades _____
---	--------------------------------------

Item	Actividad	Chequeo	Cambio de Piezas		Cantidad
			Sí	No	
1	Revisión cuchilla superior				
2	Revisión troqueles				
3	Revisión de tornillos				
4	Revisión de insertos				
5	Revisión de barra distribuidora				
6	Revisión de filo troquel				
7	Revisión de empaques				
8	Engrase de moldes				
9	Revisión de resortes de cuchillas				
10	Revisión y lubricación de cojinetes				

Observaciones



Firma Técnico que Entrega _____

Firma Supervisor que Recibe _____

Fuente: Picasa.

Anexo 16. Protocolo de recepción de moldes de rotomoldeo

	PROTOCOLO DE RECEPCIÓN DE MOLDES DE ROTOMOLDEO	
---	---	---

Fecha _____
 Molde _____

 Técnico _____
 Operación _____

Item	Actividad	Sí	No
1	Clamps completos y en buen estado		
2	Revision de estructura		
3	Revision de Respiradero		
4	Revision de superficie interna de tapadera (apariencia)		
5	Revision de superficie Interna de cuerpo (apariencia)		
6	Revision de soldaduras		
7	Revision de defectos Reprotados		

Observaciones

DIUJO

Firma Técnico que Entrega _____

APROBADO



RECHAZADO



Firma Supervisor que Recibe _____

Fuente: Picasa.

