

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Industrial



Propuesta de optimización de la gestión del mantenimiento preventivo y predictivo en una planta de fabricación de envases de aluminio para bebidas carbonatadas y presurizadas con nitrógeno líquido

Trabajo de graduación presentado por
Víctor Alfredo Fernández Rouzant para
optar al grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial

Guatemala
2013

Propuesta de optimización de la gestión del mantenimiento preventivo y predictivo en una planta de fabricación de envases de aluminio para bebidas carbonatadas y presurizadas con nitrógeno líquido.

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería

Propuesta de optimización de la gestión del mantenimiento preventivo y predictivo en una planta de fabricación de envases de aluminio para bebidas carbonatadas y presurizadas con nitrógeno líquido

Trabajo de investigación presentado por Víctor Alfredo Fernández Rouzant para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Industrial.

Guatemala
2013

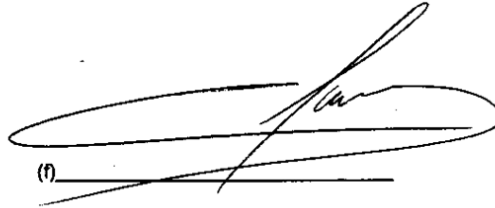
Vo.Bo:

(f) 

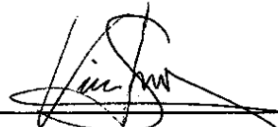
Ingeniero Abel Rivas

Asesor

Tribunal

(f) 

Licenciado Cristian Álvarez

(f) 

Ingeniera Vivian Sigüenza

(f) 

Ingeniero Abel Rivas

Fecha de aprobación: Guatemala 12 de Junio de 2013

PREFACIO

Le doy a gracias a Dios por permitirme alcanzar esta etapa de mi vida, brindándome las oportunidades día a día para poder cumplir mis sueños y llegar a esta meta.

Sin embargo lo más importante que me ha puesto en este camino son las personas que estuvieron a mi lado para apoyarme y acompañarme en esta etapa de mi vida, a las cuales quiero agradecer por permitirme formar parte de sus vidas y compartir junto a ellos este logro alcanzado.

A mi madre por confiar en mí todos los días de mi vida, y ser la mejor persona que he conocido. A mi familia por motivarme y estar junto a mí en todo momento. A Francis por ayudarme desde pequeño. A Rita por mostrarme la verdadera amistad y no dejarme rendir nunca. A Ivan por apoyarme en todo momento y a todas las personas que me han ayudado a lograr conseguir este objetivo tan importante en mi vida.

Por último, quiero agradecer a mi asesor el Ing. Abel Rivas por la comprensión, apoyo, consejos y ayuda que me ha brindado.

ÍNDICE

PREFACIO.....	iv
LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE GRÁFICAS.....	xi
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	2
A. Mantenimiento Productivo Total (TPM)	2
B. Características Mantenimiento Productivo Total (TPM)	2
C. Objetivos del Mantenimiento Productivo Total (TPM)	3
D. Pilares del mantenimiento productivo total.....	3
E. La importancia del mantenimiento preventivo	5
F. Descripción de normas internacionales (ISO)	5
G. ISO 9001:2008	6
H. ISO 14001:2004	6
I. OHSAS 18000	7
J. ISO 22000	7
III. JUSTIFICACIÓN	8
IV. OBJETIVOS	9
A. Objetivo general	9
B. Objetivos específicos.	9
V. PROBLEMA A RESOLVER.....	10
VI. MARCO PRÁCTICO.....	11
A. Aspectos generales de la empresa	11
B. Proceso de fabricación general	13
C. Diagnóstico actual y análisis en la aplicación del mantenimiento para el equipo de formado de cuerpo del área de Front End	19
D. Propuesta de optimización de la gestión del mantenimiento del equipo de formado de cuerpo	39

E.	Seguimiento y mejora continua del sistema propuesto	61
F.	Adecuación de gestión de mantenimiento a sistemas ISO 9001, ISO 14000, OSHA 18000, ISO 22000	69
G.	Análisis Costo.....	72
H.	Recurso Humano	76
I.	Mejoras en planes de mantenimiento preventivo	82
VII.	CONCLUSIONES.....	94
VIII.	RECOMENDACIONES	95
IX.	BIBLIOGRAFÍA	96
X.	APÉNDICE	98

LISTA DE TABLAS

Tabla No. 1 Resumen de Figura No 2 Diagrama de flujo de proceso de producción de envase de aluminio 12 onzas.....	16
Tabla No. 2 Descripción de diagrama de flujo de proceso de producción de envase de aluminio 12 onzas.	17
Tabla No. 3 Datos técnicos del equipo Body Maker Modelo B6	20
Tabla No. 4 Formatos de mantenimiento preventivo para equipo de formado de cuerpo.....	26
Tabla No. 5 Habilidades requeridas Mecánico operador de Front End y Técnico Mecánico de Front End	29
Tabla No. 6 Riesgos asociados a tareas de mantenimiento a equipo Body Maker.....	37
Tabla No. 7 Formatos propuestos para seguimiento y control del sistema	62
Tabla No. 8 Procedimientos propuestos para asignación de roles y responsabilidades.....	63
Tabla No. 9 Indicadores propuestos	64
Tabla No. 10 Personal involucrado en reuniones semanal de mejora	68
Tabla No. 11 Descripción de mejoras a implementar en los mantenimientos preventivos.....	70
Tabla No. 12 Costos método actual de mantenimiento.....	72
Tabla No. 13 Costos método actual de mantenimiento.....	73
Tabla No. 14 Comparativa método actual vs escenario optimista.....	73
Tabla No. 15 Disponibilidad de equipo de formado de cuerpo No 46. Año 2013.....	74
Tabla No. 16 Costos proyectados a 12 meses en promedio.....	74
Tabla No. 17 Costos proyectados a 12 meses en promedio.....	75
Tabla No. 18 Comparativa de escenarios	75
Tabla No. 19 Guía de capacitación al personal.....	76
Tabla No. 20 Comparativa escenarios de cambio de strippers, actual vrs propuesto.....	86
Tabla No. 21 Costos incurridos por daño de repuestos	88
Tabla No. 22 Costos incurridos por daño de repuestos	88
Tabla No. 23 Metodología implementación de plan de mantenimiento predictivo	90
Tabla No. 24 Fechas de cambio correctivo a strippers para maquina formadora de cuerpo durante el periodo de enero 2012 a abril 2012	98
Tabla No. 25 Fechas de cambio correctivo a strippers para maquina formadora de cuerpo durante el periodo de mayo 2012 a agosto 2012	99
Tabla No. 26 Análisis de peligros para el área de formado de bote.....	114

LISTA DE FIGURAS

Figura No. 1: Organigrama para el área de producción	12
Figura No. 2 Diagrama de flujo de proceso de producción de envase aluminio12 onzas	13
Figura No. 3 Body Maker Modelo B6	19
Figura No. 4 Copa previa se entrar en Body Maker	20
Figura No. 5 Imagen de la copa dentro del equipo de formado de cuerpo	21
Figura No. 6 Proceso de estirado en su etapa inicial	22
Figura No. 7 Proceso de estirado de bote en su etapa final	22
Figura No. 8 Etapas de estirado de bote dentro del equipo	23
Figura No. 9 Etapa final formación del domo y desalojo del bote del equipo	23
Figura No. 10 Diagrama de flujo Gestión del mantenimiento preventivo	25
Figura No. 11 Ejemplo de formato de mantenimiento preventivo para equipo de formado de cuerpo	27
Figura No. 12 Organigrama para de puestos de trabajo para el área de Front End	28
Figura No. 13 Diagrama de cadena de flujo de valor para el proceso de gestión del mantenimiento del equipo de formado de cuerpo	30
Figura No. 14 Datos de disponibilidad del equipo de formado de cuerpo (Body Maker 46) durante el periodo de tiempo enero 2012 a agosto 2012.....	31
Figura No. 15 Muestras de bote derivado de falla short can	34
Figura No. 16 Análisis de diagrama de pescado para falla short can	35
Figura No. 17 Diagrama propuesto de cadena de flujo de valor para el proceso de gestión del mantenimiento del equipo de formado de cuerpo	39
Figura No. 18 Ventajas y desventajas de uso SAP R/3 ®.....	41
Figura No. 19 Diagrama de proceso de modulo PM	42
Figura No. 20 Diagrama de Gantt propuesto para implementación módulo PM	45
Figura No. 21 Creación de puestos de trabajo.....	47
Figura No. 22 Creación de equipo de formado de cuerpo	48
Figura No. 23 Creación de hoja de ruta	49
Figura No. 24 Campo de texto en hoja de ruta	50
Figura No. 25 Selección de frecuencia de orden de mantenimiento	51
Figura No. 26 Pantalla desplegada para creación de plan de mantenimiento	52
Figura No. 27 Programación de plan de mantenimiento	53

Figura No. 28 Generación de orden de mantenimiento	54
Figura No. 29 Diagrama de Gantt implementación Modulo PM	55
Figura No. 30 Pág. No 1 de orden de mantenimiento generada	56
Figura No. 31 Pág. No 2 de orden de mantenimiento generada	57
Figura No. 32 Pág. No 3 de orden de mantenimiento generada	58
Figura No. 33 Pág. No 4 de orden de mantenimiento generada	59
Figura No. 34 Cierre técnico de orden de mantenimiento	60
Figura No. 35 Gráfico propuesto para reporte de cumplimiento de mantenimiento por semana para equipo de formado de cuerpo número 46 (body maker)	67
Figura No. 36 Gráfico propuesto para reporte de cumplimiento de mantenimiento por mes para equipo de formado de cuerpo número 46 (body maker)	67
Figura No. 37 Encabezado de orden de mantenimiento	78
Figura No. 38 Parte No 2 Orden de mantenimiento	79
Figura No. 39 Parte No 3 Orden de mantenimiento	80
Figura No. 40 Logística de la orden de mantenimiento	81
Figura No. 41 Lista de ideas que aportan valor a la solución del problema Short Can extraídas de diagrama de pescado para falla short can.....	82
Figura No. 42 Descripción de mejoras a implementar en los mantenimientos preventivos	83
Figura No. 43 Dispositivo desalojador (stripper) nuevo.....	84
Figura No. 44 Dispositivo desalojador (stripper) con 5 días de uso	85
Figura No. 45 Puntos clave para toma de datos en equipo de formado de cuerpo.....	91
Figura No. 46 Ejemplo de orden de trabajo para orden de mantenimiento predictivo pág. 1	92
Figura No. 47 Ejemplo de orden de trabajo para orden de mantenimiento predictivo pág. 2.....	93
Figura No. 48 Diagrama de flujo de procedimiento de planificación de mantenimiento preventivo y predictivo parte 1	107
Figura No. 49 Procedimiento de planificación de mantenimiento preventivo y predictivo parte 2.....	108
Figura No. 50 Procedimiento de ejecución de mantenimiento preventivo.....	109
Figura No. 51 Procedimiento de ejecución de mantenimiento predictivo	110
Figura No. 52 Formato control de órdenes de mantenimientos preventivos y predictivo generadas en sistema SAP	111
Figura No. 53 Formato listado de mantenimientos preventivos y predictivos programadas en sistema SAP.....	112

Figura No. 54 Formato de solicitud de creación, modificación, eliminación de órdenes de mantenimiento preventivas o predictivas generadas en sistema SAP	113
Figura No. 55 Orden de mantenimiento alineación de prensacopas pág. 1	115
Figura No. 56 Orden de mantenimiento alineación de prensacopas pág. 2.....	116
Figura No. 57 Orden de mantenimiento alineación de prensacopas Pág. 3	117
Figura No. 58 Orden de mantenimiento revisión de sobrecarrera de yugo pág. 1	118
Figura No. 59 Orden de mantenimiento revisión de sobrecarrera de yugo pág. 2.....	119

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica No. 1 Tendencia de disponibilidad de Body Maker 46 durante el periodo enero 2012 a agosto 2012	32
Gráfica No. 2 Análisis de Pareto de fallas para el periodo enero 2012 a agosto 2012	33

RESUMEN

Envases Universales Rexam de Centro América, S.A. es una planta de fabricación de envases de aluminio para bebidas carbonatadas y presurizadas con nitrógeno líquido, ubicada en Amatitlán, Guatemala. Siendo el principal proveedor de envases de aluminio para la industria de bebidas a nivel centro americano. Por lo tanto día a día se enfrenta con retos mayores tales como la competencia global, la búsqueda de la satisfacción del cliente, reducción de costos, mejorar la eficiencia de las máquinas, entre otros.

El proceso de fabricación de envases de aluminio está conformado por las siguientes áreas: Front End, Área Química, Back End. El estudio está realizado en el área del Front End, enfocado en la máquina que forma el cuerpo del envase. La propuesta busca optimizar la gestión del mantenimiento preventivo y predictivo involucrando a todas las partes que lo conforman, para:

- Identificar problemas y desarrollar soluciones sostenibles
- Eliminar paros de máquina no programado
- Cero defectos
- Cero disminuciones de velocidad.
- Participación total de todos los mandos.
- Aumentar la vida útil de la máquina de producción.

La propuesta se centra en cambiar la forma de administrar el mantenimiento preventivo y predictivo basándose en la filosofía del TPM y el correcto uso de los recursos disponibles, siendo el eje central una plataforma tecnológica la que permita planear, administrar y operar todas las actividades. Es por ello que se propone el Módulo Mantenimiento Preventivo (PM) del Sistema SAP® R/3 el cual es un sistema integrado del tipo Enterprise Resources Planning (ERP) y es uno de los sistemas más utilizados por las empresas líderes más grandes del mundo.

ABSTRACT

Envases Universales Rexam de Centro America, SA is an can manufacturer of aluminum beverage containers for pressurized carbonated liquid nitrogen beverages, located in Amatitlan, Guatemala. As a leading supplier of aluminum cans for the beverage industry at the American Center. So every day is faced with major challenges such as global competition, the pursuit of customer satisfaction, reduce costs, improve efficiency of the machines, among others.

The manufacturing process of aluminum packaging consists of the following areas: Front End, Chemical Area, Back End. The study is conducted in the area of Front End, focused on the machine that forms the body of the container. The proposal seeks to optimize the management of preventive and predictive maintenance involving all parts, to:

- Identify problems and develop sustainable solutions
- Eliminate unscheduled machine downtime
- Zero defects
- Zero speed decreases.
- Full participation of all controls.
- Increase the life of the production machine.

The proposal focuses on changing the way to manage preventive and predictive maintenance based on the philosophy of TPM and the proper use of available resources, being the core technology platform that enables the plan, manage and operate all activities. That is why we propose the Preventive Maintenance Module (PM) the SAP ® R / 3, which is an integrated type of Enterprise Resources Planning (ERP) and is one of the most used by leading the world's largest companies

I. INTRODUCCIÓN

La función de los envases de aluminio consiste en ser el empaque primario para las bebidas carbonatadas y presurizadas con nitrógeno líquido, la principal materia prima es el aluminio. El cual se somete un proceso de estirado mecánico para poder llegar a las especificaciones y cumplir con las necesidades de los clientes.

El proceso se divide en tres etapas fundamentales las cuales son el área de Front End, Área Química y Back End, el presente trabajo de graduación se centra únicamente el área de Front End, la cual consiste en el formado y recortado del cuerpo del bote del aluminio, específicamente se busca brindar una propuesta de optimización para la gestión del mantenimiento preventivo y predictivo del equipo de formado de cuerpo.

La etapa de formado de cuerpo se caracteriza por el desgaste excesivo de sus componentes mecánicos ya que el proceso esencialmente consiste en un estirado mecánico del aluminio hasta llevarlo a la forma deseada, es por ello que la optimización de la gestión del mantenimiento para este equipo en particular es indispensable para poder planear, administrar y realizar las actividades de mantenimiento.

Esto se propone lograrse mediante el aprovechamiento de los diversos recursos con los que cuenta la compañía siendo uno de los más importantes la plataforma tecnológica SAP ® Modulo PM, el cual servirá para optimizar el control y la administración del área del mantenimiento preventivo y predictivo.

Adicionalmente se analizan las diversas pérdidas que se tienen en el equipo de formado de cuerpo para poder establecer acciones correctivas y generar planes de mantenimiento enfocados a minimizar estas causas raíz de las pérdidas de producción generadas en el equipo.

II. MARCO TEÓRICO

A. Mantenimiento Productivo Total (TPM)

1. Definición de Mantenimiento Productivo Total (TPM). Por definición el mantenimiento productivo total es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas implementadas que ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos. El TPM se caracteriza por brindar una reducción de costes, mejora de tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, capacidades de personal operativo y la calidad de los productos y servicios finales. (Arbós, 2010)

Una definición adecuada para el mantenimiento productivo total es: “sistema intensivo de personas a bajo costo para maximizar la efectividad del equipo al comprometer a toda la compañía en un programa de mantenimiento preventivo”

Es un sistema de organización donde la responsabilidad no recae solo en el departamento de mantenimiento sino en toda la estructura de la empresa el buen funcionamiento de las maquinas o instalaciones depende y es responsabilidad de todos. (Arbós, 2010)

B. Características Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El Mantenimiento Productivo Total se caracteriza por

- Mejorar el desempeño de los equipos de producción a su máximo nivel requerido.
- Mantener los equipos en su máximo nivel de desempeño demandado.
- Procurar la compra o reconstrucción de los equipos de producción basándose en un nivel definido de desempeño y un ciclo de vida y costo

Para llevar a cabo la mejora en el desempeño de los equipos de producción a su máximo nivel requerido el sistema TPM se basa en la identificación de las actividades que no generan valor al proceso, desarrollar mejoras, utilizar herramientas para resolución de problemas, y lo más importante la utilización de los recursos disponibles. Al momento de alcanzar el desempeño deseado la gestión se basa en un sistema de mantenimientos preventivos, predictivos, rutinas de limpieza y la correcta utilización del recurso humano.

El sistema se basa en gran parte en el recurso humano es por ello que para lograr las características del TPM, la alta gerencia debe asumir el liderazgo y desarrollar una estrategia en cascada hacia las categorías inferiores es decir el personal operativo de producción, esto con el fin de involucrarlos totalmente y poder establecer un canal activo de comunicación, facilitando así la optimización de los procesos.

C. Objetivos del Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El TPM se complementa con otras estrategias de mejora de operaciones como lo es el sistema Just in Time, Total Quality Management, entre otros. Sin embargo los objetivos que una organización busca al implantar el TPM se pueden resumir en: (Arbós, 2010)

- Cero tiempo muerto no planificado
- Cero defectos causados por equipos de producción
- Cero perdidas en velocidad de equipos de producción
- Cero accidentes

D. Pilares del mantenimiento productivo total.

Los pilares o procesos fundamentales del TPM sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva.

Los pilares del mantenimiento productivo total son:

1. Mejoras enfocadas. Busca definir y mejorar las condiciones de los equipos para evitar defectos de calidad, en base a grupos de trabajo y rutinas de inspección de equipos.

2. Mantenimiento autónomo: Su objetivo es el de fomentar la participación de todo el personal de producción en las actividades de mantenimiento. Este es uno de los procesos de mayor impacto en la mejora de la productividad ya brinda formación y preparación al personal y facilita la toma de decisiones de parte de todas las personas involucradas en el proceso.

3. Mantenimiento planificado: Consiste en eliminar los problemas ocurrientes en los equipos de producción a través de acciones de mejora, prevención y predicción. Para una correcta gestión del mantenimiento es necesario contar con bases de información, obtención de conocimiento a partir de datos, gestión de tecnologías de mantenimiento y un poder de motivación y coordinación del equipo humano encargado de estas actividades.

4. Mantenimiento de calidad: Mediante la reducción de la variabilidad, establecimiento de controles y registros busca mejorar la calidad del mantenimiento realizado para poder asegurar la efectividad del mismo y la reducción de pérdidas asociados por la mala realización de este.

5. Prevención de mantenimiento: Actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con el objeto de reducir los costos de mantenimiento durante su explotación. Mediante la reducción de la variabilidad, establecimiento de controles y registros busca mejorar la calidad del mantenimiento realizado para poder asegurar la efectividad del mismo y la reducción de pérdidas asociados por la mala realización de este. Las técnicas de prevención de mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad, esto exige contar con bases de datos sobre frecuencia de averías y reparaciones (Arbós, 2010)

6. Entrenamiento y desarrollo de habilidades de operación: Para poder llevar a cabo los lineamientos que presenta la filosofía del TPM se necesita personal con habilidad para detectar problemas en los equipos, conocer el funcionamiento de los mismos, poder analizar las fallas y brindar soluciones factibles entre otras, es por ello que cada eslabón que forma el proceso del mantenimiento debe ser fortalecido en este caso mediante capacitación constante.

E. La importancia del mantenimiento preventivo

El objetivo del mantenimiento preventivo es aumentar al máximo la disponibilidad y confiabilidad de los equipos llevando a cabo un programa de mantenimiento eficaz. El mantenimiento preventivo puede estar basado en las condiciones reales del equipo o en los datos históricos de fallas del equipo.

F. Descripción de normas internacionales (ISO)

En 1926 se funda la federación internacional de los comités nacionales de normalización, la ISA (International Standardizing Associations). Este organismo fue sustituido en 1946 por la ISO (international Standardizin Organization), cuya sede está situada en Ginebra, Suiza. Cada país miembro está representado por uno de sus institutos de normalización y se compromete a respetar las reglas establecidas por la ISO.

El objetivo de esta institución es el de desarrollar la normalización a nivel mundial de ciertas reglas para diversos procesos, a resultado de esto publica normas internacionales conocidas como normas ISO, las cuales buscan homogenizar las reglas de los países miembros. La International Standardizin Organization (ISO) actualmente cuenta con 135 países miembros.

Es una norma internacional que se aplica a los sistemas de gestión de calidad y se centra en todos los elementos de administración de calidad con los que una empresa debe contar para dispones de un sistema efectivo que le permita administrar y mejorar la calidad de sus productos o servicios. Los clientes se inclinan por los proveedores que cuentan con esta normalización porque de este modo se aseguran que la empresa seleccionada dispone de un buen sistema de gestión de calidad. (Peach, 1999)

G. ISO 9001:2008

Es una norma internacional que se aplica a los sistemas de gestión de calidad y se centra en todos los elementos de administración de calidad con los que una empresa debe contar para disponer de un sistema efectivo que le permita administrar y mejorar la calidad de sus productos o servicios. Los clientes se inclinan por los proveedores que cuentan con esta normalización porque de este modo se aseguran que la empresa seleccionada dispone de un buen sistema de gestión de calidad. (Cianfrani, 2001)

Su implementación en las organizaciones, ofrece las siguientes ventajas:

- Mejorar la satisfacción del cliente
- Mejora continuamente los procesos relacionados con la calidad
- Reducción de rechazos e incidencias en la producción o prestación del servicio.
- Aumento en la productividad.

H. ISO 14001:2004

La norma 14001:2004 es una norma internacional que especifica los requisitos para un sistema de gestión ambiental que le permita a una organización: desarrollar, implementar y mantener una política y objetivos que tengan en cuenta los requisitos legales, información sobre los aspectos ambientales significativos de la organización y sobre aquellos que pueda tener influencia tales como los proveedores, contratistas y los mismos clientes (Clements, 1996)

El objetivo de la norma ISO 14001:2004 es que sea aplicable a todos los tipos y tamaños de organizaciones ya ajustarse a diversas condiciones geográficas, culturales y sociales; donde su objeto global es apoyar la protección ambiental y la prevención de la contaminación en equilibrio con las necesidades socioeconómicas.

I. OSHA 18000

Las normas internacionales OSHA 18000 (Occupational Health and Safety Assessment Series) establece un modelo para la Gestión de la prevención de los riesgos laborales, desde el punto de vista de requisitos legales y definir la estructura organizativa, las responsabilidades, las funciones, la planificación de las actividades, los procesos, procedimientos, recursos necesarios registros. etc., que permitan desarrollar una política de seguridad y salud ocupacional

J. ISO 22000

La norma ISO 22000:2005 es el sistema de gestión en materia de inocuidad aplicable a la cadena de abastecimientos de alimentos. Esta norma se deriva de los sistemas de gestión relacionados a HACCP e ISO 9001:2008. Los principales objetivos de esta norma son:

- Cumplir con los requisitos del CODEX en materia de HACCP
- Cumplir con requisitos legales.
- Proveer especificaciones que puedan ser verificables y validadas así propiciando certificación o auto declaración.
- Propiciar alineamiento con otros sistemas de gestión para su fusión como ISO 9001 e ISO 14001.
- Asegurar la protección al consumidor y fortalecer su confianza
- Reforzar la inocuidad de alimentos
- Mejorar el rendimiento de los costos a lo largo de la cadena de suministro alimentaria.

III. JUSTIFICACIÓN

Debido a las altas exigencias que rigen la competencia entre las empresas líderes a nivel mundial, Envases Universales Rexam de Centro América, S.A. se ve en la necesidad de implementar mejoras constantes al proceso con el fin de aumentar la vida y la eficiencia de las máquinas y lograr esto mediante la correcta utilización de los recursos.

Es por ello que se plantea el presente trabajo de graduación en el que se muestra una propuesta de gestión del mantenimiento que permita mejorar la eficiencia en su proceso productivo, aumentar a la vez el rendimiento de sus equipos de producción, así como contribuir en la optimización de costos en el área que ocupa el mayor porcentaje de los costos de mantenimiento siendo esta el Front End, específicamente en la máquina formadora de cuerpo. Contribuyendo de esta forma al logro de las metas de la compañía. Esto se lograría mediante el aprovechamiento de los diversos recursos con los que cuenta la compañía siendo uno de los más importantes la plataforma tecnológica SAP ® Modulo PM, el cual servirá para optimizar el control y la administración del área del mantenimiento preventivo y predictivo.

El retorno de este tipo de inversión se refleja en distintas áreas ya que se busca que sea un sistema integral que este alineado a las metas de la compañía es por esta razón se obtendría un beneficio en las siguientes áreas:

- Gestión técnica
 - Aumentar la eficiencia del proceso de planificación del mantenimiento
 - Mejorar la eficiencia y vida de las maquinas
- Gestión humana
 - Índices de seguridad industrial
 - Involucramiento del personal

IV. OBJETIVOS

A. Objetivo general

1. Proponer el Módulo PM del Sistema SAP para optimizar la gestión del mantenimiento preventivo y predictivo específicamente de una máquina formadora de cuerpos del área de Front End, de una planta de fabricación de envases de aluminio para bebidas carbonatadas y presurizadas con nitrógeno líquido.

B. Objetivos específicos.

1. Proporcionar una prueba del funcionamiento del sistema SAP mediante el modulo PM, para aplicar un plan de mantenimiento preventivo a un equipo específico. Así como proponer un sistema de seguimiento de órdenes de mantenimiento generadas por SAP.
2. Cumplir con los requisitos de las certificaciones ISO 9001, ISO 14000, ISO 22000 e ISO 18000, en lo que concierne a gestión de mantenimiento preventivo y predictivo.
3. Evaluar la viabilidad de la propuesta mediante un estudio de factibilidad.
4. Desarrollar guía de capacitación al personal involucrado sobre el nuevo sistema de mantenimiento preventivo y predictivo
5. Proponer mejoras sostenibles en planes de mantenimiento preventivos y predictivos existentes, con base en las necesidades del equipo específico de formado de cuerpo.

V. PROBLEMA A RESOLVER

Optimizar la gestión del mantenimiento preventivo y predictivo específicamente de una maquina formadora de cuerpos del área de Front End, de una planta de fabricación de envases de aluminio para bebidas carbonatadas y presurizadas con nitrógeno líquido.

VI. MARCO PRÁCTICO

A. Aspectos generales de la empresa

1. Historia. Envases de Centroamérica es el resultado de una Joint Venture establecida por dos líderes del mercado de fabricación, distribución y venta de envases: REXAM Inc. y Envases Universales S.A. de C.V. . ECA, es construida en Guatemala gracias a que su ubicación geográfica permite atender a clientes de toda Centroamérica, El Caribe y el Sur de México. También es localizada en este País debido a la demanda del mismo mercado nacional de envases de aluminio.

Se inicia la construcción de la planta a finales del año 2005 en un terreno adquirido dentro del Parque Industrial Flor de Campo, a orillas de la carretera al Pacífico, en jurisdicción de Amatitlán. Se utiliza en su mayor tecnología norteamericana provista por los líderes de cada área para la fabricación de envases de aluminio.

La producción de envases arranca en diciembre del año 2006 y actualmente, se atiende a toda la región desde Guatemala hasta Panamá, siendo las industrias de refrescos, néctares y cervezas los principales clientes.

2. Ubicación geográfica. Envases Universales Rexam de Centroamérica, S.A. se encuentra ubicada en el km. 32 carretera al pacifico, parque industrial Flor de Campo Amatitlán, Guatemala, Centroamérica.

3. Misión. En ECA trabajamos para satisfacer a nuestros clientes, en condiciones laborales seguras y conservando el medio ambiente.

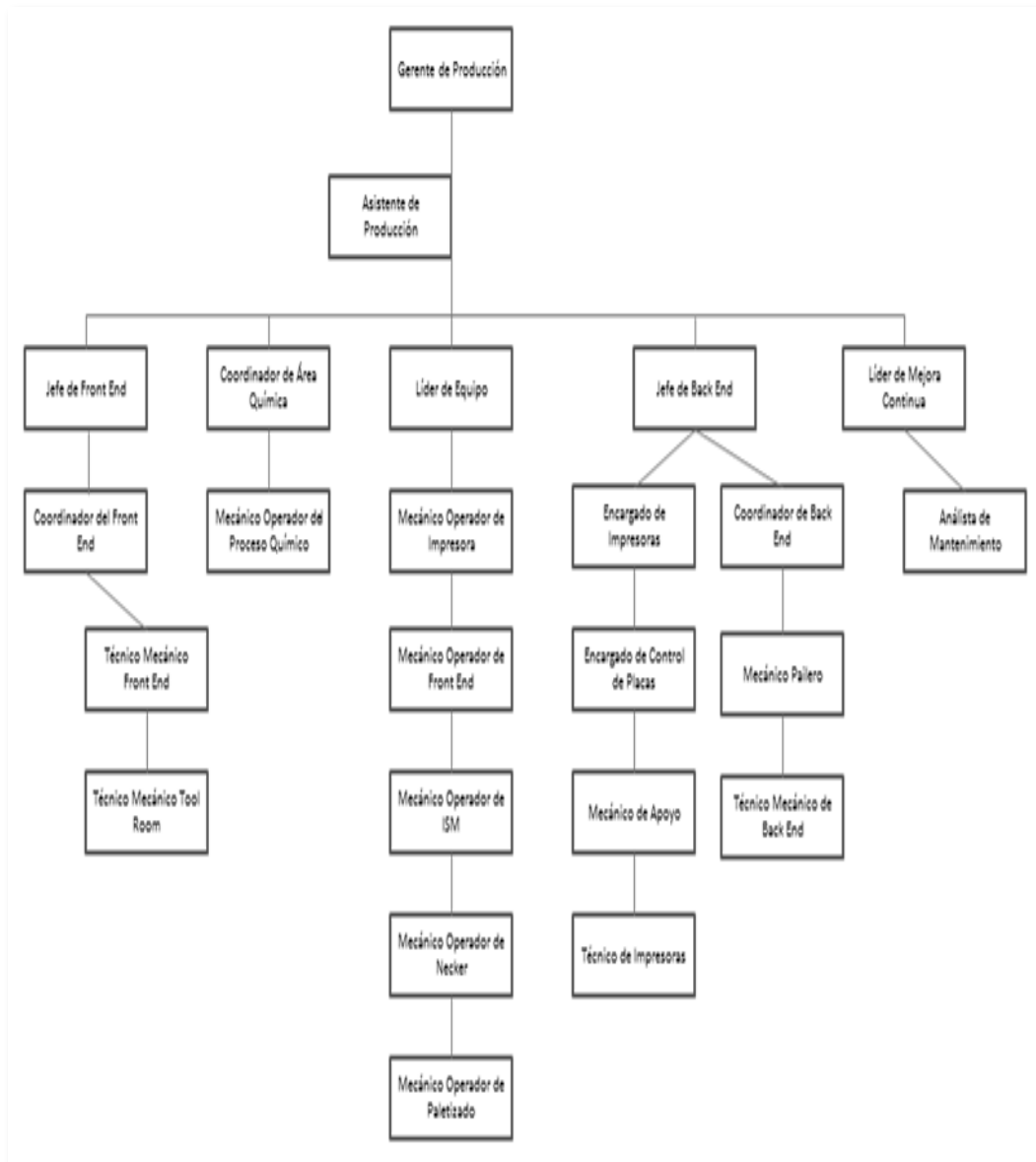
4. Visión. Seguir siendo la mejor opción en envases de aluminio.

5. Política de la Empresa. En ECA producimos envases de aluminio con calidad e inocuidad, satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes, cuidando nuestro equipo de trabajo, al medio ambiente y los intereses de nuestros accionistas

6. Valores. Trabajo en equipo, compromiso, lealtad y mejora continua

7. Organigrama. El área de la empresa en la cual está enfocado el presente trabajo de graduación es el área de producción a continuación se presenta el organigrama del departamento con el cual se administra el área y los diferentes procesos que hay dentro del mismo.

Figura No. 1: Organigrama para el área de producción

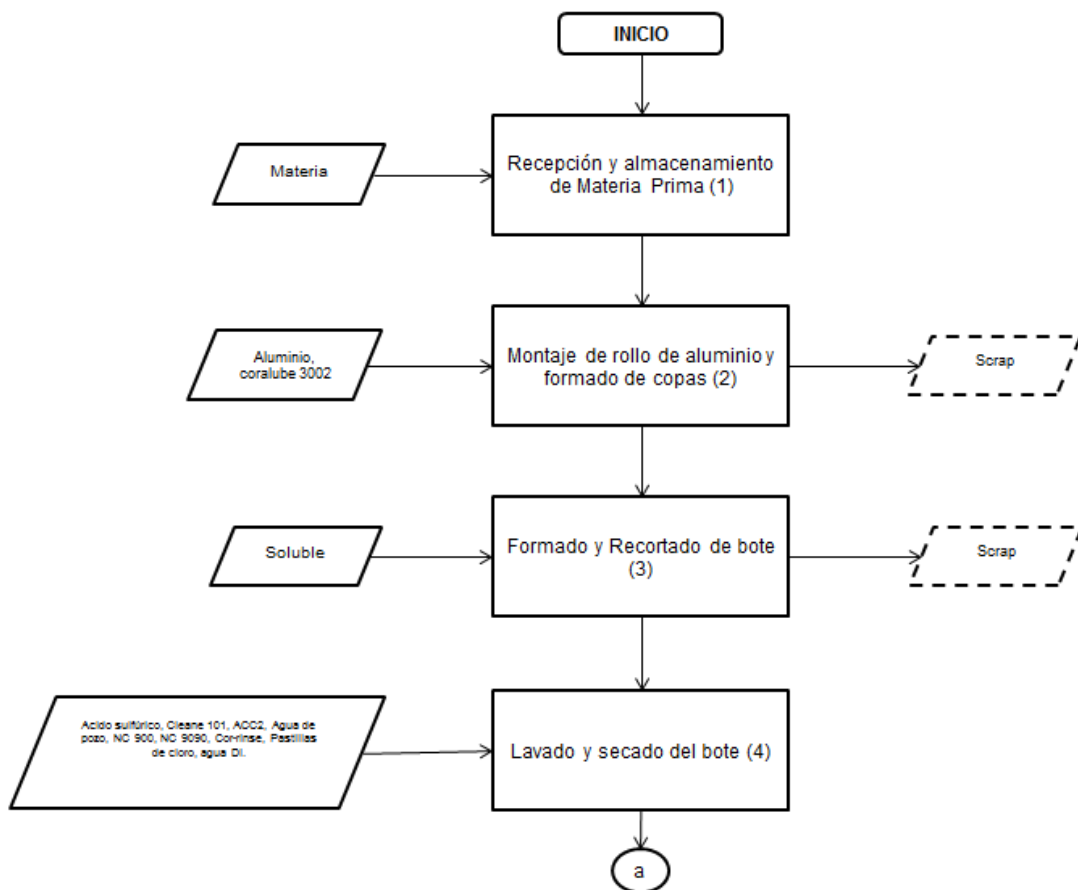


B. Proceso de fabricación general

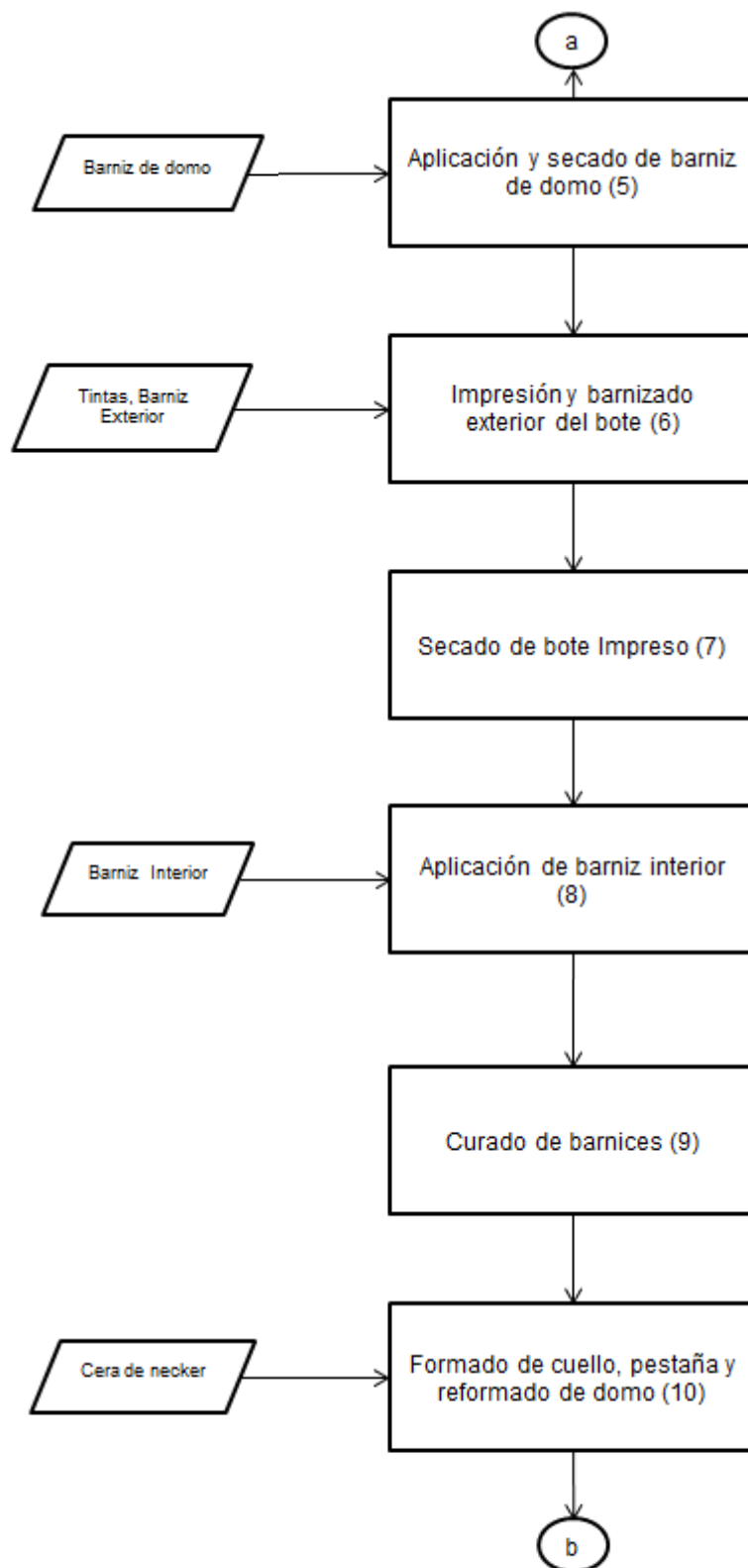
1. Descripción del producto. Envase cilíndrico de aluminio 202/211 X 413 volumen 355 ml/12 onzas, monoblock, utilizado para bebidas carbonatadas y presurizadas con nitrógeno líquido.

2. Descripción del proceso. El proceso de producción está definido por diferentes etapas que permiten realizar todo el proceso de formado de bote, las cuales se describen a continuación:

Figura No. 2 Diagrama de flujo de proceso de producción de envase aluminio 12 onzas



Continuación de diagrama de flujo



Continuación de diagrama de flujo

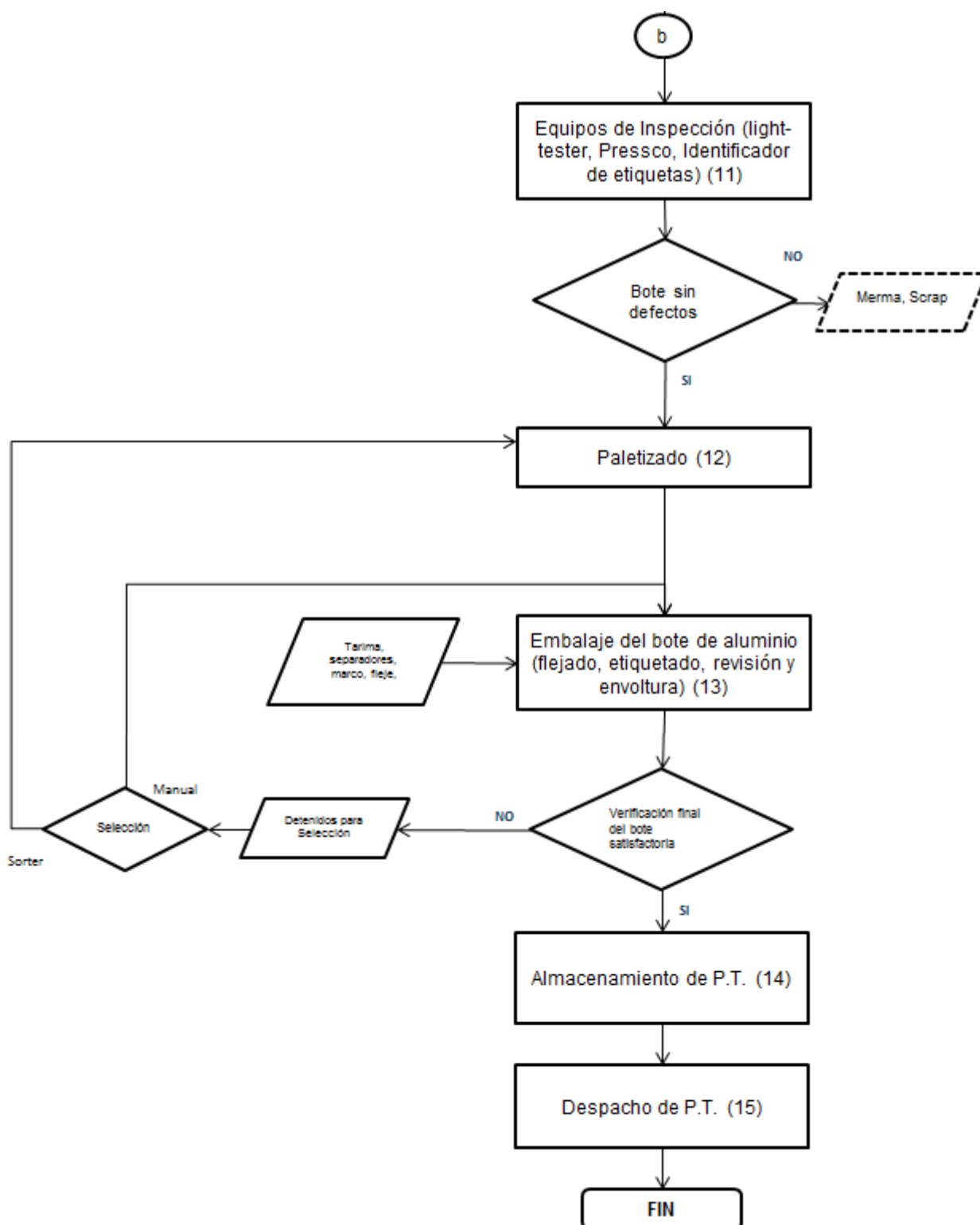


Tabla No. 1 Resumen de Figura No 2 Diagrama de flujo de proceso de producción de envase de aluminio 12 onzas.


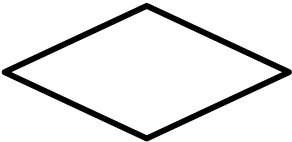


Figura	Descripción	Cantidad
	Operación en el proceso	15
	Toma de decisión	3
	Ingreso de materia prima	10
	Salida de materia prima	3

Tabla No. 2 Descripción de diagrama de flujo de proceso de producción de envase de aluminio 12 onzas.

No.	Descripción	Detalles y datos técnicos (Medidas de control, parámetros de proceso y/o condiciones)
1	Recepción y Almacenamiento de Materia Prima	Se reciben las materias primas. Se evalúan las condiciones de la unidad y de los materiales, y se ubican en las áreas correspondientes de acuerdo al tipo de materia prima recibida. Para las tintas se realiza un proceso de inspección al momento de la entrega de tintas por parte del proveedor en el área de impresión.
2	Montaje de rollo de aluminio y formado de copas	Montacarguista coloca rollo en volteador, se voltea rollo de aluminio y coloca en el desembobinador. La lámina se hace pasar a través de un lubricador y se coloca en la prensa Minster, en donde a través de un proceso de troquelado se generan 15 copas por cada golpe vertical efectuado. El desecho generado por tal acción es retirado mediante aspiración y se compacta para su reciclado.
3	Formado y Recortado del bote	Las copas llegan a través de transportes de malla y camas de aire hacia cada una de las formadoras de cuerpo (body makers) las cuales a través de un proceso de estirado del aluminio forman el cuerpo y domo del bote. El bote formado presenta bordes ondulados por lo que se recorta para eliminarlos y obtener la altura requerida. Los desechos generados son retirados mediante aspiración y compactados para su reciclaje.
4	Lavado y secado del bote	Para remover los residuos de soluble o lubricantes utilizados en las etapas anteriores, el bote recibe un lavado a través de un proceso químico, posteriores enjuagues y secado, obteniendo a la salida de los mismos botes limpios con una superficie lisa adecuada para continuar el resto del proceso. El secado se efectúa en horno de convección a gas. En el caso de cerveza es necesario someter el bote a un tratamiento con zirconio el cual se agrega en el tanque 5. El bote destinado para almacenar cualquier otro tipo de bebidas no requiere este tratamiento.
5	Aplicación y secado de barniz de domo	Se aplica barniz en el domo del bote con secado ultravioleta para protegerlo y garantizar una adecuada movilidad del mismo en el resto del proceso y al momento del llenado en las instalaciones del cliente.
6	Impresión y barnizado exterior del bote	Se procede a la impresión del bote de aluminio, utilizando las tintas necesarias según el diseño programado hasta un máximo de 8 colores, luego por medio de un rodillo barnizador de goma se le aplica una película de barniz exterior la cual tiene como fin el proteger la tinta y por ende el diseño impreso.
7	Secado de bote impreso	Una vez decoradas las latas son enviadas por medio de una cadena de pernos hacia el horno de convección, el cual está formado por dos zonas con temperaturas distintas y utiliza como energía calorífica gas, a través de las cuales pasa el bote para lograr el secado correcto de las tintas y el barniz.
8	Aplicación de Barniz interior	Se aplica en el interior del bote barniz a través de máquinas esparidoras las cuales están compuestas por dos pistolas cada una de las cuales dirige un abanico de barniz a áreas definidas de la lata consiguiendo con esto un recubrimiento interior total el cual protegerá el interior de la lata y el producto que se vaya a envasar. El barniz utilizado es base agua y aprobado por la FDA.
9	Curado de Barnices	Por medio de transportes de malla el bote es llevado hacia la entrada del horno de convección el cual está compuesto por tres zonas las cuales están fijadas a distintas temperaturas y en donde el bote logra tiempos de residencia que generan un secado y curado óptimo de los barnices interior y exterior.

Continuación Tabla 2

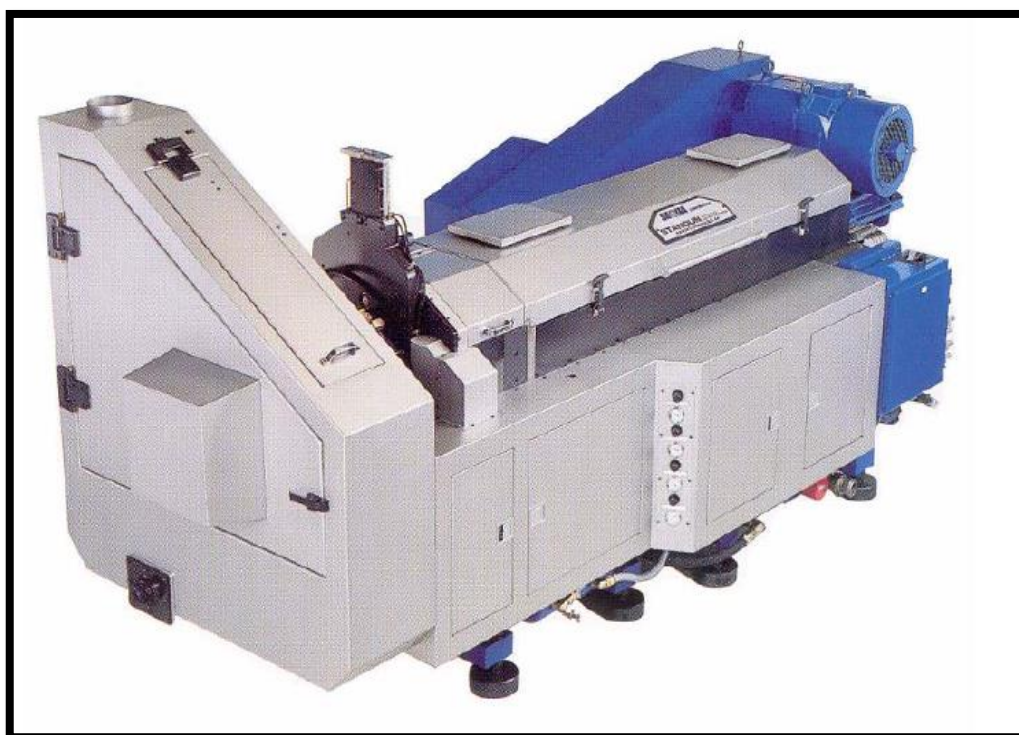
No.	Descripción	Detalles y datos técnicos (Medidas de control, parámetros de proceso y/o condiciones)
10	Formado de cuello, pestaña y reformado de domo.	Luego de curado el bote es llevado hacia la máquina encuelladora, en donde como primer paso le es aplicada una capa de cera grado alimenticio alrededor de la parte superior, posteriormente y de forma gradual a través de 14 etapas en donde se hace un trabajo mecánico es formado el cuello y reducido el diámetro superior hasta las dimensiones requeridas, en una etapa siguiente en la parte del diámetro reducido se le forma la pestaña la cual servirá de base para encajar la tapa una vez se llene el bote, posteriormente y en una última etapa se hace el reformado del domo del bote el cual incrementará su resistencia.
11	Equipos de Inspección (Light-Tester, Pressco, Identificador de Etiquetas)	El equipo de Light-Tester inspecciona todos los botes que pasan por el mismo y funciona a través de principios de reflexión de luz para la detección de fugas y pestañas partidas. El equipo Pressco inspecciona la parte interna del bote y verifica la ausencia o existencia a niveles mínimos aceptables de golpes, marcas, la ausencia de materia extraña no inocua; así como también el ancho de la pestaña. Por último en el tramo de transporte de tablillas en la salida de la máquina encuelladora el identificador de etiquetas inspecciona el bote en su parte externa verificando que el bote que se esté produciendo corresponda al diseño en producción y no exista mezcla de diseños. En los tres equipos el bote defectuoso es descartado y enviado al área de compactado para su posterior reciclaje.
12	Paletizado	Proceso automatizado en el cual los botes se colectan en la banda acumuladora y luego se acomodan en niveles compuestos por 389 unidades, cada uno de los niveles es separado por entrepaños (separadores), los niveles de botes con entrepaños se colocan y escuadran automáticamente en la tarima, el proceso se repite hasta alcanzar la cantidad de niveles requerida, para posteriormente ser bajado el pallet hacia los transportes en donde un brazo mecánico le coloca el marco en la parte superior, y luego es llevado de forma automática a través del sistema de transportes guiado por sensores a las flejadoras. Como anexo al paletizado se encuentra el super sorter en el cual a través de un mecanismo de bandas los pallets detenidos declarados como rechazados son seleccionados.
13	Embalaje del bote de aluminio (Flejado, Etiquetado, revisión y Envoltura)	Para el flejado, el pallet es posicionado a través del transporte guiado por sensores a la posición requerida en donde se le aplican vueltas de fleje plástico selladas por calor, esta operación se realiza a ambos lados del pallet existiendo dos flejadoras que realizan la actividad una para cada uno de los lados. A cada uno de los pallets se le coloca una etiqueta que identifica el tipo y diseño de producto además de otra información clave para efectos de trazabilidad. En el caso de que el producto presente desviaciones respecto a la calidad y/o inocuidad del mismo se deberá disponer para su retrabajo y/o selección de acuerdo al tipo de defecto. Por último y de forma automática se envuelve el pallet con una película de vita film, la cual cubre la totalidad de los botes protegiéndolos de partículas disueltas en el aire tales como el polvo, quedando el producto listo para almacenarse y/o despacharse.
14	Almacenamiento de PT	Se almacena en áreas bajo techo y libres de goteras, de manera que no se exponga a la humedad ni a luz del sol directa, a la espera de su embarque. Comúnmente se almacenan 3 pallets uno encima de otro.

C. Diagnóstico actual y análisis en la aplicación del mantenimiento para el equipo de formado de cuerpo del área de Front End

1. Maquinaria y equipo utilizado. El proceso de formado de bote se lleva a cabo en la maquina formadora de cuerpo también llamada Body Maker, la cual es un sistema conformado por la formadora de cuerpo, un panel de control eléctrico y un sistema de lubricación.

El propósito de este equipo es transformar la copa proveniente del proceso anterior en bote de aluminio de una sola pieza con las dimensiones deseadas por el fabricante.

Figura No. 3 Body Maker Modelo B6



En la Tabla No 3 se muestra los datos técnicos del equipo y la capacidad de trabajo que posee el mismo

Tabla No. 3 Datos técnicos del equipo Body Maker Modelo B6

Datos Técnicos	
Modelo	B6 Series Body Maker
Marca	SEQUA Can Machinery, Inc. ®
País de Origen	Estados Unidos
Altura	6 Pies
Profundidad	6 Pies
Ancho	13 Pies
Peso	19,500 Lb
Velocidad de trabajo	hasta 450 Golpes por minuto

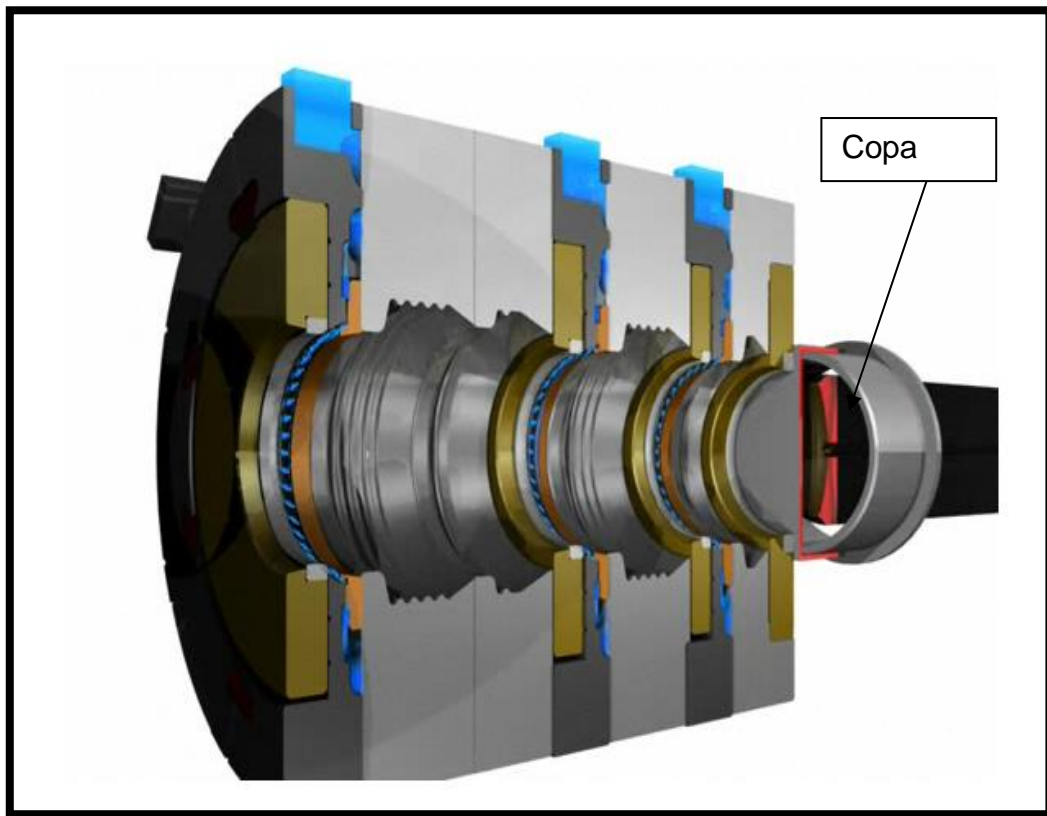
2. Proceso de formado de bote en máquina Body Maker. La lógica del proceso de formado de bote es el siguiente:

- Recibe la copa de un sistema de transporte de copas proveniente del proceso anterior.

Figura No. 4 Copa previa se entrar en Body Maker



Figura No. 5 Imagen de la copa dentro del equipo de formado de cuerpo



- Transforma la copa en un bote de aluminio de una sola pieza, esto se logra mediante un ciclo de movimiento del RAM (Cilindro empujador) entre los anillos de formado de bote descrito a continuación:
 - Movimiento hacia delante, es en este punto donde se fuerza mediante el empuje brindado por el RAM a la copa a entrar en los anillos de formado de bote, se puede apreciar en la Figura No 6 y Figura No 7. En total son 4 anillos de estirado los cuales de manera progresiva y mediante una relación de diámetros en los mismos llevan el bote a las especificaciones finales del producto Figura No 9.

Figura No. 6 Proceso de estirado en su etapa inicial

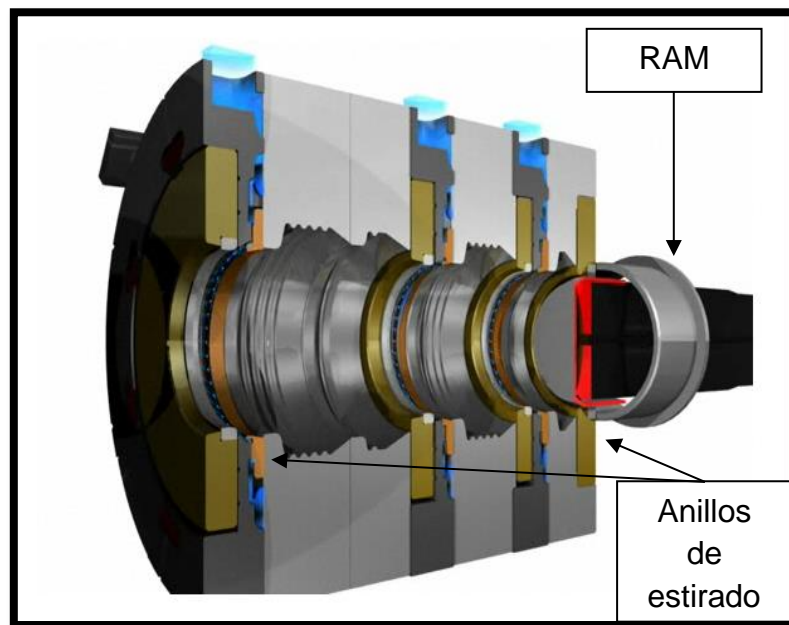


Figura No. 7 Proceso de estirado de bote en su etapa final

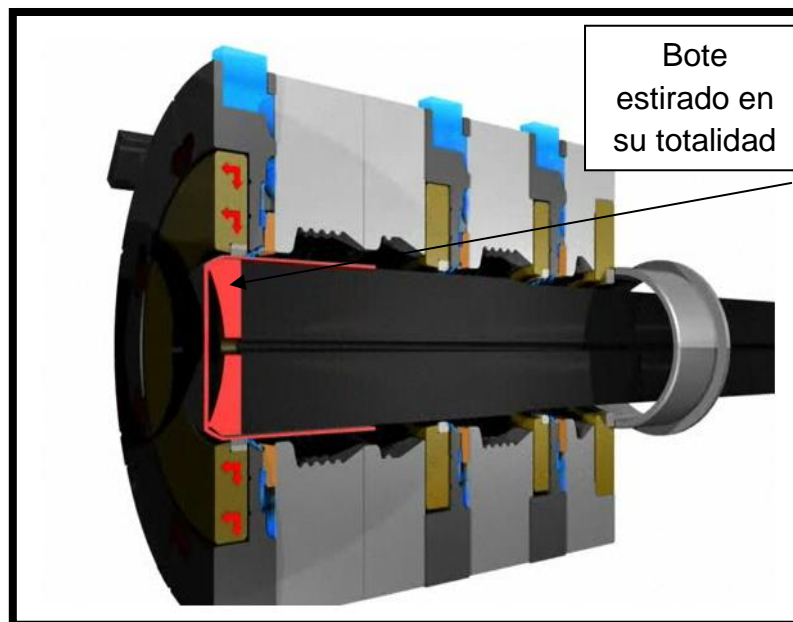
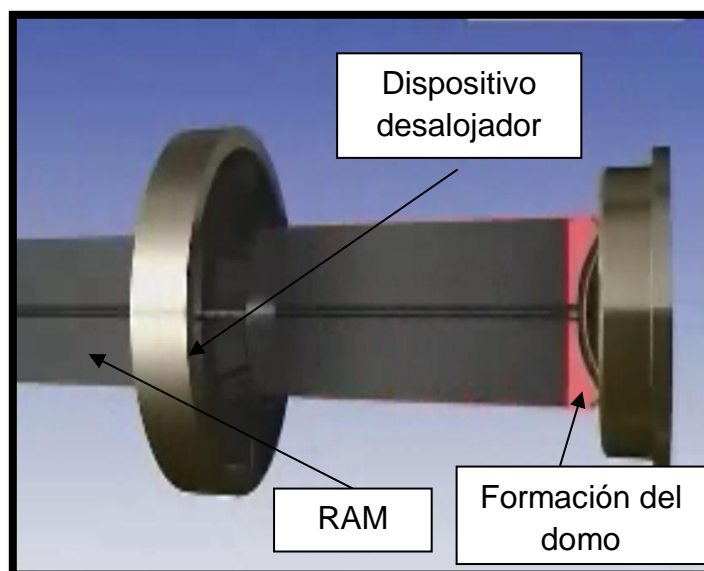


Figura No. 8 Etapas de estirado de bote dentro del equipo



- Al llegar al final del recorrido se forma la base del bote llamado domo e inicia el movimiento hacia atrás, del RAM, el cual consiste en que este retorna a su posición inicial y al mismo tiempo el bote es desalojado del punzón de formado, mediante un dispositivo desalojador, lo cual se puede ver en la Figura No 9.

Figura No. 9 Etapa final formación del domo y desalojo del bote del equipo



- Por último entrega el bote sin recortar a una unidad de transporte la cual lo lleva al proceso siguiente que es el recortado de bote.

El equipo opera automáticamente y de forma continua para producir las unidades siempre y cuando las condiciones de operación sean las óptimas.

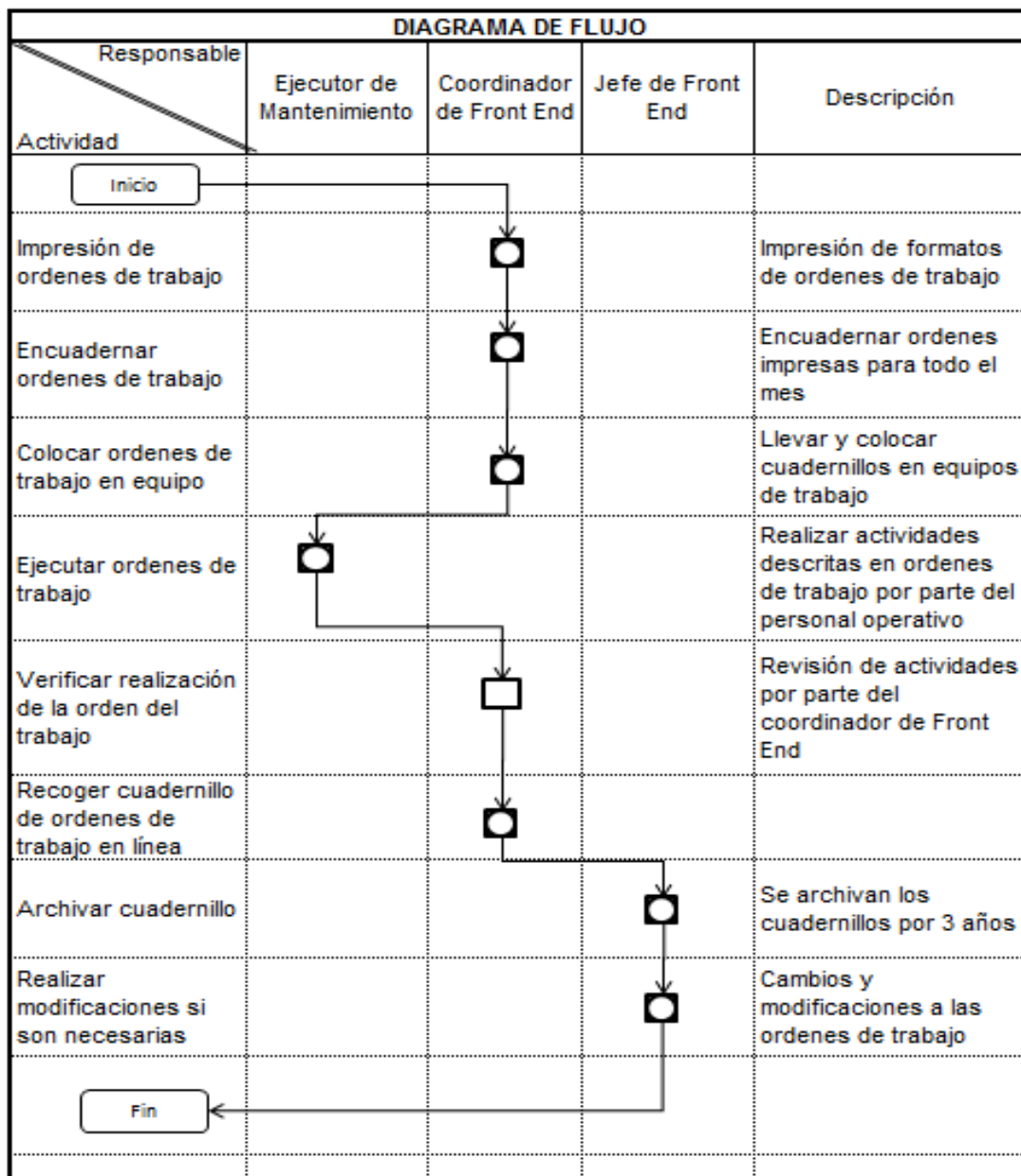
3. Método actual en la planificación del mantenimiento preventivo y predictivo para el equipo de formado de cuerpo perteneciente al área de Front End. La planificación del mantenimiento preventivo para el equipo de formado de cuerpo, cumple y se basa en el ciclo de mejora de Deming (planear, hacer, verificar, actuar).

- Planear: La persona encargada de la realización de planes de mantenimiento preventivo es el Jefe del Área de Front End, el cual se basa en las fallas recurrentes y recomendaciones del fabricante, para poder plantear los mantenimientos necesarios.
- Hacer: Las personas encargadas de la realización del mantenimiento es el personal operativo, específicamente el técnico mecánico de Front End y el operador de Front End, los cuales son los responsables de la realización de las actividades programadas para mantenimiento preventivo.
- Verificar: Este punto se realiza mediante dos tipos de verificación:
 - En el área por parte del coordinador de Front End el cual se encarga de revisar el trabajo realizado por el personal operativo y con fines de cumplimiento.
 - Mediante el llenado de formatos de mantenimiento, el cual sirve de constancia de la realización y supervisión de los mismos, así como historial de los mantenimientos realizados al equipo.
- Actuar: La realización de actividades correctivas a los planes de mantenimiento, proviene de observaciones realizadas por el personal operativo y el constante análisis de la tendencia de las fallas y O.E.E. del equipo de formado de cuerpo.

4. Gestión del mantenimiento

a. Gestión del mantenimiento preventivo. La gestión actual del mantenimiento preventivo se detalla en la Figura No. 10 la cual presenta el orden en que se realizan las actividades y muestra el responsable de realizar las mismas.

Figura No. 10 Diagrama de flujo Gestión del mantenimiento preventivo



Destaca que las órdenes de trabajo no poseen una lista de tareas, listado de materiales, y la planeación es manual realizada por el jefe del área, esto debido a que únicamente se utiliza el software de Excel para administrar las ordenes de mantenimiento, eso dificulta las actividades de seguimiento y planificación de las ordenes de trabajo.

El proceso de gestión del mantenimiento preventivo no realiza una mejora continua en los planes de mantenimiento ya que no se maneja ningún indicador en el área para poder medir la efectividad de los mantenimientos.

La gestión del mantenimiento preventivo no toma en cuenta las normas ISO para su ejecución y planificación, actualmente en la empresa se está en proceso de certificación de las normas ISO 9001, 14000, 22000, 18000.

b. Tipo de mantenimiento aplicado. Para el equipo de formado de cuerpo se maneja el mantenimiento preventivo, el cual consiste en rutinas menores, enfocadas a mantener el equipo en las condiciones óptimas de trabajo, para lograr el objetivo descrito anteriormente estas contienen tareas de: limpiezas, lubricaciones, inspecciones, pruebas, ajustes, calibraciones y reparaciones menores, regularmente no duran más de 25 minutos y se realizan de forma diaria y semanal dependiendo de la rutina.

Para mantenimientos mayores no se cuenta con un registro, ni ordenes de trabajos diseñados para realizar las tareas, estas se realizan de forma correctiva.

Tabla No. 4 Formatos de mantenimiento preventivo para equipo de formado de cuerpo

Mantenimientos preventivos actuales	
Orden	Frecuencia
Mantenimiento diario	1 día
Mantenimiento mensual	30 días
Mantenimiento semestral	90 días

Figura No. 11 Ejemplo de formato de mantenimiento preventivo para equipo de formado de cuerpo

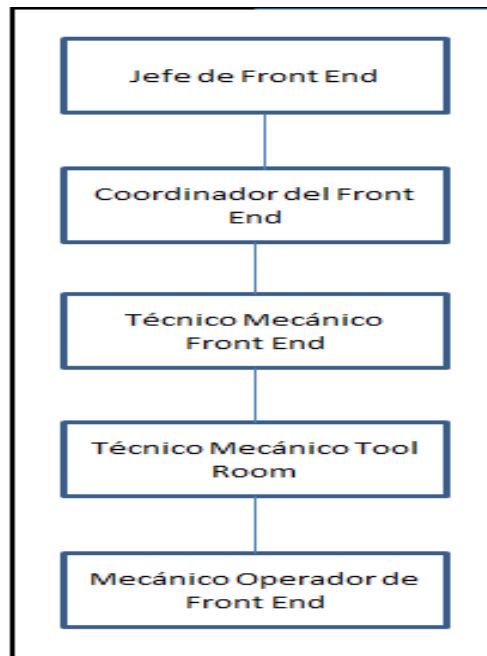
ECA	RUTINA SEMANAL DE BODY MAKERS	<table border="1" style="font-size: 8px;"> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </table>																														
Fecha _____ Equipo _____		Body Maker No. _____ OBLA REALIZADA: _____ Tiempo estimado de min. _____																														
<p>1 Pare la maquina con el selector en modo continuo y revise la operación de los micros de seguridad de las guardas, abra una de ellas y aparecerá en el display la señal correspondiente, repita la operación para c/u de ellas, si alguna de las señales no aparece corrija si esta a su alcance, si no, informe al departamento eléctrico/electrónico para su corrección.</p> <p>NOTA: PUENTEAR ESTAS SEÑALES PUEDE CAUSAR DAÑOS A SU PERSONA O MAQUINARIA</p> <table style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">LOCALIZACION</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">SEÑAL EN DISPLAY</th> <th style="width: 10%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8 válvulas de los bujes hidrostáticos</td> <td>front bushing pressure is low</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>4 guardas laterales L.O.</td> <td>side door # 1,2,3 y 4</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>1 guarda del yugo</td> <td>cup load station guard cover open</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>1 guarda del tool-peck</td> <td>tool-peck air guard is open</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>1 guarda de la cadena de bolsillos</td> <td>conveyor front cover open</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>1 guarda del domer</td> <td>conveyor side cover open</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>1 guarda del volante</td> <td>flywheel guard door open</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>1 guarda del sistema motriz</td> <td>machine cover open</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>1 Diagrama de la puerta del domer</td> <td>domer door air guard is open</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>			LOCALIZACION	SEÑAL EN DISPLAY		8 válvulas de los bujes hidrostáticos	front bushing pressure is low	<input type="checkbox"/>	4 guardas laterales L.O.	side door # 1,2,3 y 4	<input type="checkbox"/>	1 guarda del yugo	cup load station guard cover open	<input type="checkbox"/>	1 guarda del tool-peck	tool-peck air guard is open	<input type="checkbox"/>	1 guarda de la cadena de bolsillos	conveyor front cover open	<input type="checkbox"/>	1 guarda del domer	conveyor side cover open	<input type="checkbox"/>	1 guarda del volante	flywheel guard door open	<input type="checkbox"/>	1 guarda del sistema motriz	machine cover open	<input type="checkbox"/>	1 Diagrama de la puerta del domer	domer door air guard is open	<input type="checkbox"/>
LOCALIZACION	SEÑAL EN DISPLAY																															
8 válvulas de los bujes hidrostáticos	front bushing pressure is low	<input type="checkbox"/>																														
4 guardas laterales L.O.	side door # 1,2,3 y 4	<input type="checkbox"/>																														
1 guarda del yugo	cup load station guard cover open	<input type="checkbox"/>																														
1 guarda del tool-peck	tool-peck air guard is open	<input type="checkbox"/>																														
1 guarda de la cadena de bolsillos	conveyor front cover open	<input type="checkbox"/>																														
1 guarda del domer	conveyor side cover open	<input type="checkbox"/>																														
1 guarda del volante	flywheel guard door open	<input type="checkbox"/>																														
1 guarda del sistema motriz	machine cover open	<input type="checkbox"/>																														
1 Diagrama de la puerta del domer	domer door air guard is open	<input type="checkbox"/>																														
<p>2 Lubrique los siguientes puntos con grasa MOBILITH SHC 220 (3 bombazos en cada punto)</p> <table style="width: 100%;"> <tbody> <tr> <td style="width: 80%;">3 graseras de la cadena de bolsillos</td> <td style="width: 20%; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>2 chumaceras del sprocket de la descarga de latas</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>2 sprockets de la cadena de bolsillos</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>2 chumaceras de la flecha de transferencia a la cadena de bolsillos</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>1 grasera en el cuerpo del yugo</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>1 grasera de la válvula de desajo (5 bombazos)</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>1 grasera del volante (10 bombazos)</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>			3 graseras de la cadena de bolsillos	<input type="checkbox"/>	2 chumaceras del sprocket de la descarga de latas	<input type="checkbox"/>	2 sprockets de la cadena de bolsillos	<input type="checkbox"/>	2 chumaceras de la flecha de transferencia a la cadena de bolsillos	<input type="checkbox"/>	1 grasera en el cuerpo del yugo	<input type="checkbox"/>	1 grasera de la válvula de desajo (5 bombazos)	<input type="checkbox"/>	1 grasera del volante (10 bombazos)	<input type="checkbox"/>																
3 graseras de la cadena de bolsillos	<input type="checkbox"/>																															
2 chumaceras del sprocket de la descarga de latas	<input type="checkbox"/>																															
2 sprockets de la cadena de bolsillos	<input type="checkbox"/>																															
2 chumaceras de la flecha de transferencia a la cadena de bolsillos	<input type="checkbox"/>																															
1 grasera en el cuerpo del yugo	<input type="checkbox"/>																															
1 grasera de la válvula de desajo (5 bombazos)	<input type="checkbox"/>																															
1 grasera del volante (10 bombazos)	<input type="checkbox"/>																															
<p>3 Desconecte la manguera de aceite de retorno de lubricación del domo y verifique que salga aceite <input type="checkbox"/></p>																																
<p>4 Desconecte la manguera de entrada de soluble al domo y verifique que salga soluble por ella, conectela nuevamente y revise que el soluble salga por la parte inferior del ensamble del domo, si esto no se cumple, corrija para que el domo se enfrie adecuadamente, revise las condiciones de las mangueras y conectores, cambie si es necesario. <input type="checkbox"/></p>																																
<p>5 Cierre la valv. de soluble de la BM, gire la perilla del filtro CUNO por 5 vueltas, retire el tapón inferior del filtro de soluble y permita que salga la suciedad acumulada, abra un poco la valv. de soluble a modo de enjuagar el filtro, al terminar coloque el tapón nuevamente y verifique que no haya fugas, ajuste el flujo de soluble a 15 - 20 GPM <input type="checkbox"/></p>																																
<p>6 <u>Arranque la maquina y permita que llegue a 400opm, pida al electrónico que bloquee o puentee la señal de la guarda del domo para poder revisar la sobrecarrera.</u> Revise y registre la sobrecarrera del domo con el gauge de lanas metálico _____ esta NO DEBERA EXCEDER DE 0.005", si esta es mayor del max. permitido debere ser reajustada, registre la nueva sobrecarrera en caso que haya sido reajustada _____ <input type="checkbox"/></p>																																
Observaciones _____ _____ _____																																
Realizo _____	Revisó _____																															

c. Gestión del mantenimiento predictivo. Para el equipo de formado de cuerpo no se realiza ningún tipo de mantenimiento predictivo. En la empresa este se realiza únicamente para los motores eléctricos que se encuentran activos.

Por lo que en la empresa si se cuenta con el equipo apto para realizar mantenimientos predictivos sin embargo este no se utiliza al máximo para todos los equipos de la planta

5. Recurso Humano del área de mantenimiento para el área de Front End. El área de Front End es administrada por el jefe de Front End, este a su vez cuenta con un coordinador de Front End y tres técnicos mecánicos, nueve operadores de equipo y tres técnicos de Tool Room.

Figura No. 12 Organigrama para de puestos de trabajo para el área de Front End



a. Descripción de los puestos de trabajo para el área de Front End

- Jefe de Front End es el encargado de planear, coordinar, dirigir y supervisar el área de Front End.
- Coordinador de Front End se encarga de controlar las variables críticas del proceso y supervisar las tareas de mantenimiento que se realizan en el área.
- Técnico Mecánico de Front End, su responsabilidad es la de mantener el correcto funcionamiento de los equipos del área, brindando soporte a los operadores de Front End.
- Técnico Mecánico de Tool Room, encargado de la preparación y revisión de parámetros de operación en las herramientas utilizadas para el formado del bote.
- Mecánico Operador de Front End, su función consiste en mantener los equipos en operación continua y eficiente mediante la realización de tareas de mantenimiento preventivo y la corrección de fallas menores.

b. Habilidades requeridas. Las habilidades requeridas para poder desempeñarse laboralmente en el área de Front End y específicamente trabajar con el equipo de formado de cuerpo son las que se muestran en la Tabla No.5

A partir de esta tabla se escoge al personal que labora para la empresa y permite que se ocupen los puestos de mecánico operador de Front End y como técnico operador de Front End

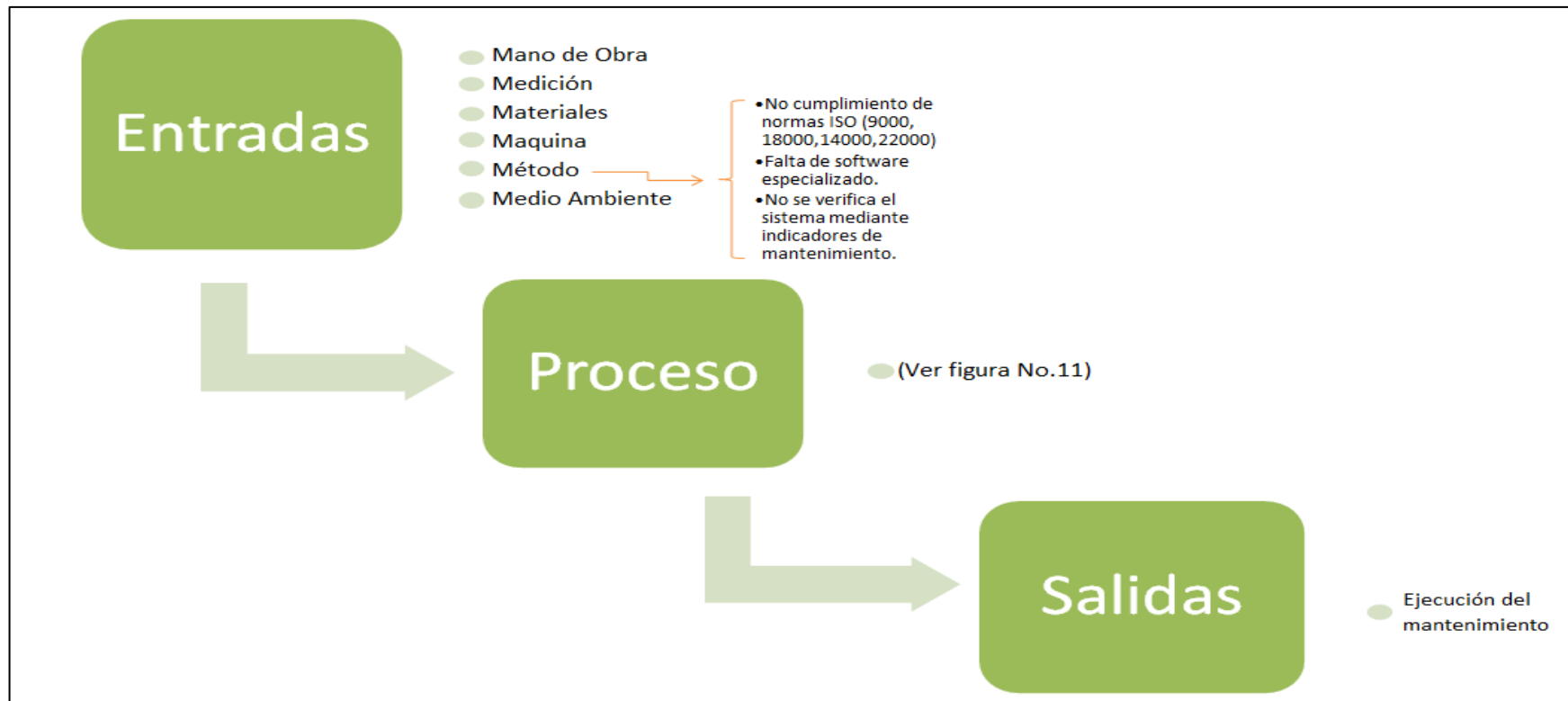
Tabla No. 5 Habilidades requeridas Mecánico operador de Front End y Técnico Mecánico de Front End

Especifique la edad mínima y máxima	20 a 35 años
Sexo	Masculino
Estudios mínimos requeridos	Técnico Mecánico o Industrial
Idiomas y porcentaje requeridos	Español, Ingles 50%
Características físicas (en caso de ser necesario)	Buena condición de salud.
Experiencia necesaria	No aplica
Conocimientos Administrativos y Técnicos requeridos por el puesto	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos de automatización • Mecánica • Neumática • Hidráulica • Lubricación
Decisiones relevantes que toma el puesto	No aplica
Habilidades	<ul style="list-style-type: none"> • Operación de maquinaria automática • Detectar defectos por atributos • Trabajo en equipo • Consistencia y congruencia

6. Diagrama de cadena de flujo de valor del proceso de gestión de mantenimiento del equipo de formado de cuerpo

A continuación en la figura No 13 se puede ver la situación actual de la gestión del mantenimiento para el equipo de formado de cuerpo.

Figura No. 13 Diagrama de cadena de flujo de valor para el proceso de gestión del mantenimiento del equipo de formado de cuerpo



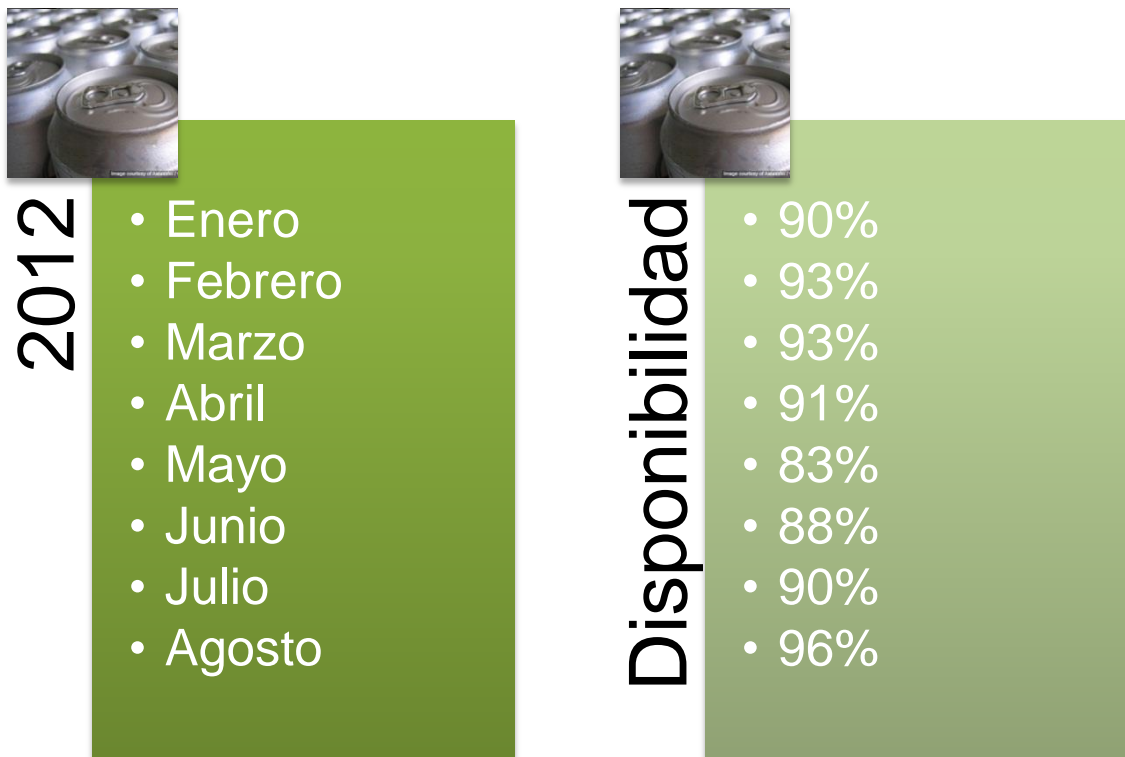
7. Equipo

a. Disponibilidad histórica Los registros que se llevan se realizan de forma diaria para los equipos de producción en ellos se muestra el porcentaje de tiempo disponible que tuvieron los equipos para producir en determinado periodo.

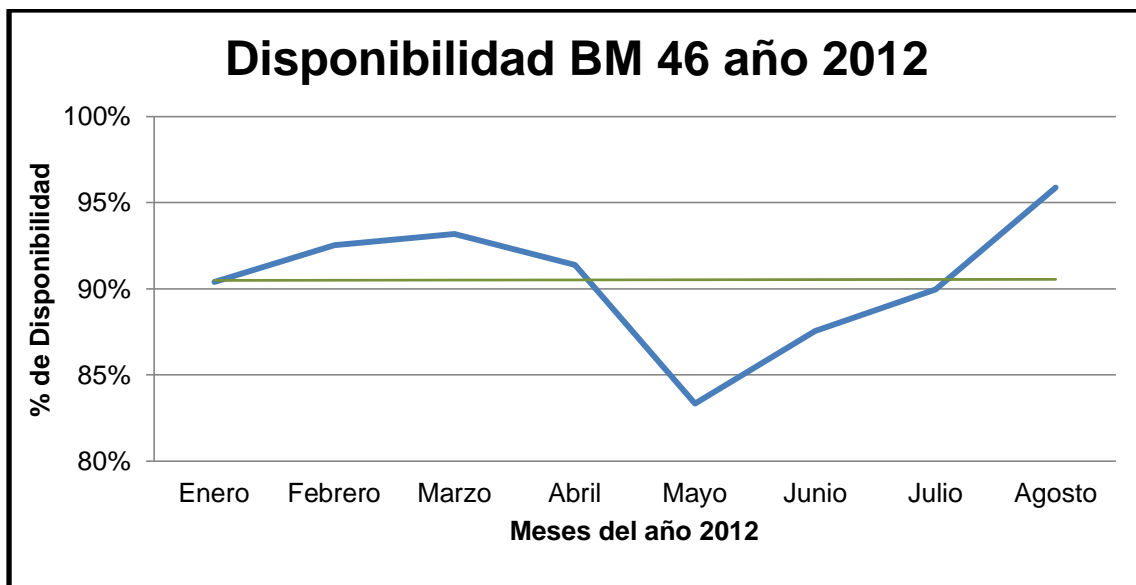
Para el equipo se maneja una meta de disponibilidad de 90% esta fue establecida en base al historial de comportamiento del equipo y a la demanda del proceso de producción para el área de Front End.

En la siguiente Figura No 14 se muestra el porcentaje de disponibilidad del equipo Body Maker 46 para los meses de enero 2012 a agosto 2012 y su respectiva tendencia.

Figura No. 14 Datos de disponibilidad del equipo de formado de cuerpo (Body Maker 46) durante el periodo de tiempo enero 2012 a agosto 2012



Gráfica No. 1 Tendencia de disponibilidad de Body Maker 46 durante el periodo enero 2012 a agosto 2012



b. Análisis de las seis grandes pérdidas de operación. A continuación se clasifican las principales pérdidas que interfieren con la óptima efectividad en la operación del equipo de formado de cuerpo

- Pérdidas por averías
- Pérdida por tiempos muertos y paradas pequeñas
- Pérdida por preparación y ajuste
- Pérdidas por velocidad reducida
- Pérdidas por defectos de calidad y rectificación
- Pérdidas de arranque

1) Pérdidas por averías, por tiempos muertos y paradas pequeñas. En este punto se muestran los tiempos muertos por averías de equipo, ajustes, y paradas menores. Se incluyen los tiempos por averías (mayores a 10 minutos) y los tiempos muertos y paradas pequeñas (menores a 10 minutos).

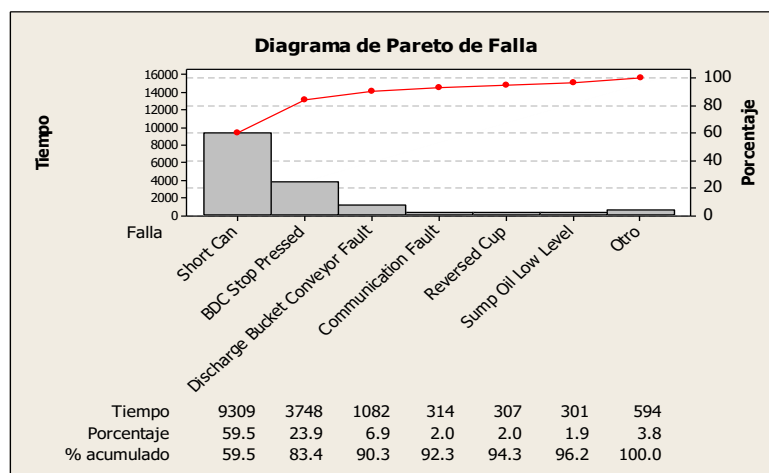
a) Forma de medición de fallas. En el equipo de formado de cuerpo se encuentra conectado a un controlador lógico programable (PLC) el cual permite identificarlas fallas en la pantalla de operación del equipo permitiendo de esta manera al operador tomar acciones correctivas por la avería en la que incurre el equipo.

La información desplegada en la pantalla de operación del equipo, es transmitida y almacenada a un software que permite administrar y controlar los parámetros de producción de forma automatizada, mediante este sistema se puede analizar la información en tiempo real mediante la creación de análisis de Pareto y de esta forma permitir al personal priorizar las fallas que afectan de forma significativa la eficiencia del equipo.

También se llevan bitácoras por parte de los técnicos y de los operadores del equipo de formado de cuerpo, en los cuales se redactan las fallas y trabajos que se realizaron durante su turno

b) Tipos de fallas. A continuación se muestra mediante un análisis de Pareto el acumulado de fallas durante los periodos de enero a agosto 2012.

Gráfica No. 2 Análisis de Pareto de fallas para el periodo enero 2012 a agosto 2012



*Gráfico tomado de base de datos de equipo de formado de cuerpo Body Maker 46.

c) Short Can. A partir Gráfico No 2 se puede identificar que la falla por Short Can, es la que ocupa el primer puesto y afecta de forma significativa el desempeño del equipo durante el tiempo determinado. Este tipo de falla posee su nombre debido a que el defecto que forma es el de un bote corto, es decir con una altura diferente a la óptima para poder avanzar al siguiente proceso.

Esta falla consiste en el debilitamiento del aluminio durante el proceso de estirado causando un rompimiento del mismo, interrumpiendo así el proceso continuo de formación de bote, ya que los fragmentos de aluminio quedan esparcidos dentro del área de operación de la máquina.

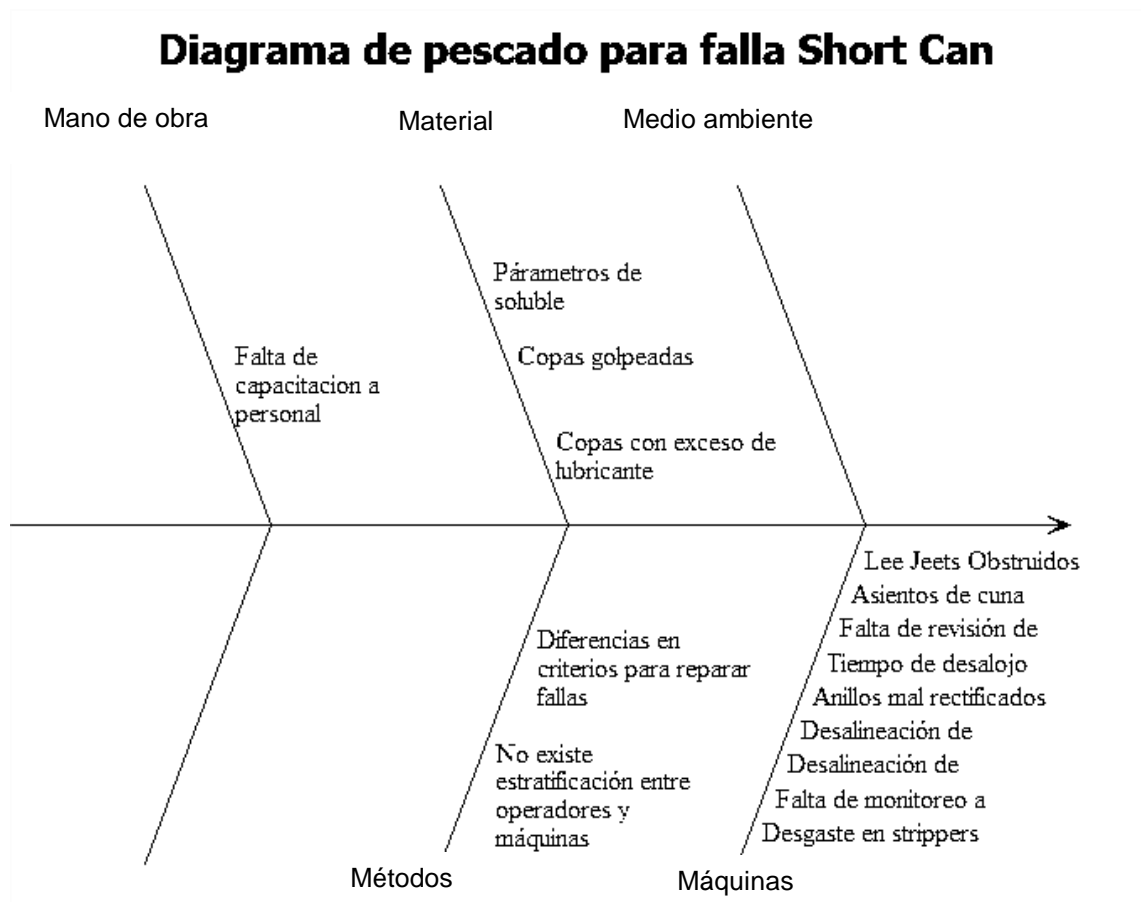
En la Figura No. 15 se muestra los tipos de botes cortos generados por esta falla, los cuales únicamente varían del punto en donde se debilita el aluminio y genera un rompimiento es por esa razón la variación en las alturas.

Figura No. 15 Muestras de bote derivado de falla short can



d) Análisis de diagrama de pescado. El siguiente diagrama de pescado mostrado en Figura No. 16 muestra las principales causas de que originan esta falla, clasificadas en materiales, mano de obra, método, maquina, medio ambiente

Figura No. 16 Análisis de diagrama de pescado para falla short can



2) Pérdidas por preparación y ajuste (tareas más difíciles y comunes. Los trabajos de preparación y ajuste para el equipo de formado de cuerpo, en su mayoría han estado involucrados en proyectos de mejora, específicamente SMED, por lo que para la realización de estas tareas se tiene estándares bajo control y es posible compararlo con las mejores prácticas establecidas.

3) Pérdidas por velocidad reducida y pérdidas de arranque. Las pérdidas de velocidad son controladas por el software operativo instalado en los equipos de producción, estas únicamente se producen cuando la demanda en los procesos continuos es baja o nula, esto con el fin de minimizar las pérdidas por velocidad reducida.

Las pérdidas de arranque se producen cuando se para el equipo sin embargo la principal razón de arranque de equipo es por fallas o averías lo cual se analiza en el punto pérdidas por averías.

4) Defectos de calidad y trabajos de rectificación. De acuerdo al historial de producto rechazado, el porcentaje atribuido a el equipo de formado de cuerpo es menor al 3%, esto debido a que para el proceso de producción se tienen diversos equipos que detectan las anomalías de esta máquina con el fin de realizar actividades correctivas en el menor tiempo posible para poder eliminar los defectos de calidad.

8. Seguridad Industrial en el mantenimiento

Tabla No. 6 Riesgos asociados a tareas de mantenimiento a equipo Body Maker

Tipo de riesgo	Peligros	Medida de prevención
Riesgo físico	Riesgo de prensado	Colocar bloqueo de motores en tablero de control de operador del equipo.
Riesgo físico	Ruido	Tapones auditivos, audiometrías al personal de forma anual
Riesgo físico	Proyección de fragmentos o partículas	Lentes de seguridad.
Riesgo físico	Proyección de fluidos presurizados	Lentes de seguridad.
Riesgo físico	Caída de objetos pesados o punzantes	Botas de seguridad con punta de acero. Uso de mesa de trabajo para colocar objetos de manera segura.
Riesgo físico	Golpes y cortes ocasionados por objetos y herramientas	Guantes de seguridad, mantener equipos en buen estado.
Riesgo físico	Contacto térmico	Colocar aviso de superficies calientes, uso de ganchos para manipular piezas calientes. Uso de guantes térmicos.
Riesgo físico	Caída de personas a un mismo nivel	Para efectuar trabajos a alturas superiores a 1 metro se utilizara arnés de seguridad, uso de antideslizantes en piso.
Riesgo físico	Caída de personas a distinto nivel	Pisos y plataformas de trabajo, deben estar sólidamente unidos y mantenerse libres de obstáculos, limpieza continua del área. Uso de zapatos con punta de acero y antideslizantes colocados en piso.
Riesgo físico	Posturas forzadas	Usar cinturón de fuerza para trabajos con carga pesada, al levantar pesos hacerlo con los pies firmes y la espalda recta de tal forma que sean las piernas las que soporten el peso. Alternar trabajo pesado con trabajo ligero.
Riesgo físico	Atrapamientos por o entre objetos	Utilizar cinturón y camisa dentro de pantalón. Mantener guardas de seguridad colocadas en los equipos. Inmovilizar mecanismos que puedan girar cuando se ejecuta el mantenimiento.

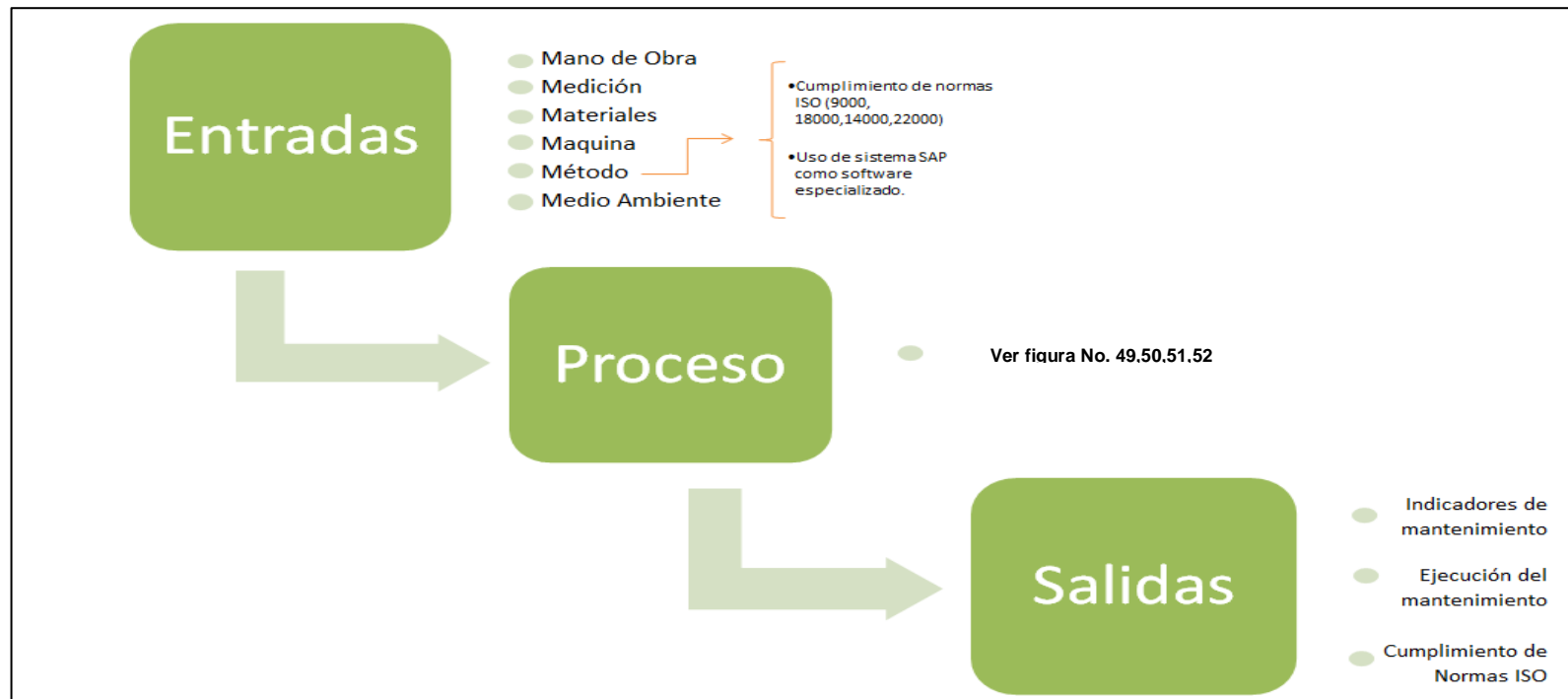
a. Índice de accidentes. Se lleva un registro diario de los accidentes ocurridos en la planta, para el área de Front End, el número de accidentes ocurridos es de cero, durante todo el tiempo de vida de la planta (6 años)

9. Forma actual en el manejo de información e interpretación de resultados de mantenimiento. Se lleva un control sobre la disponibilidad mensual del equipo de producción de formado de cuerpo, sin embargo no se cuenta con ningún reporte de cumplimiento de órdenes de mantenimiento preventivo ni otro indicador que facilite la toma de decisiones en el área y pueda medir la eficiencia del proceso.

D. Propuesta de optimización de la gestión del mantenimiento del equipo de formado de cuerpo

1. Propuesta de optimización para proceso gestión del mantenimiento preventivo y predictivo de equipo de formado de cuerpo del área de Front End.

Figura No. 17 Diagrama propuesto de cadena de flujo de valor para el proceso de gestión del mantenimiento del equipo de formado de cuerpo



a. Elección de empresa proveedora de software. La empresa Envases de Centroamérica forma parte del Grupo Envases Universales de México SA, por lo que todas las actividades que se realizan dentro de la misma, se administran, planean y operan mediante el sistema SAP R/3 ®.

El sistema SAP R/3 ® es un conjunto de aplicaciones de negocios integradas. Está diseñado para cubrir coordinadamente e integralmente todas las operaciones del negocio: contables, logísticas, administrativas, recursos humanos, entre otras.

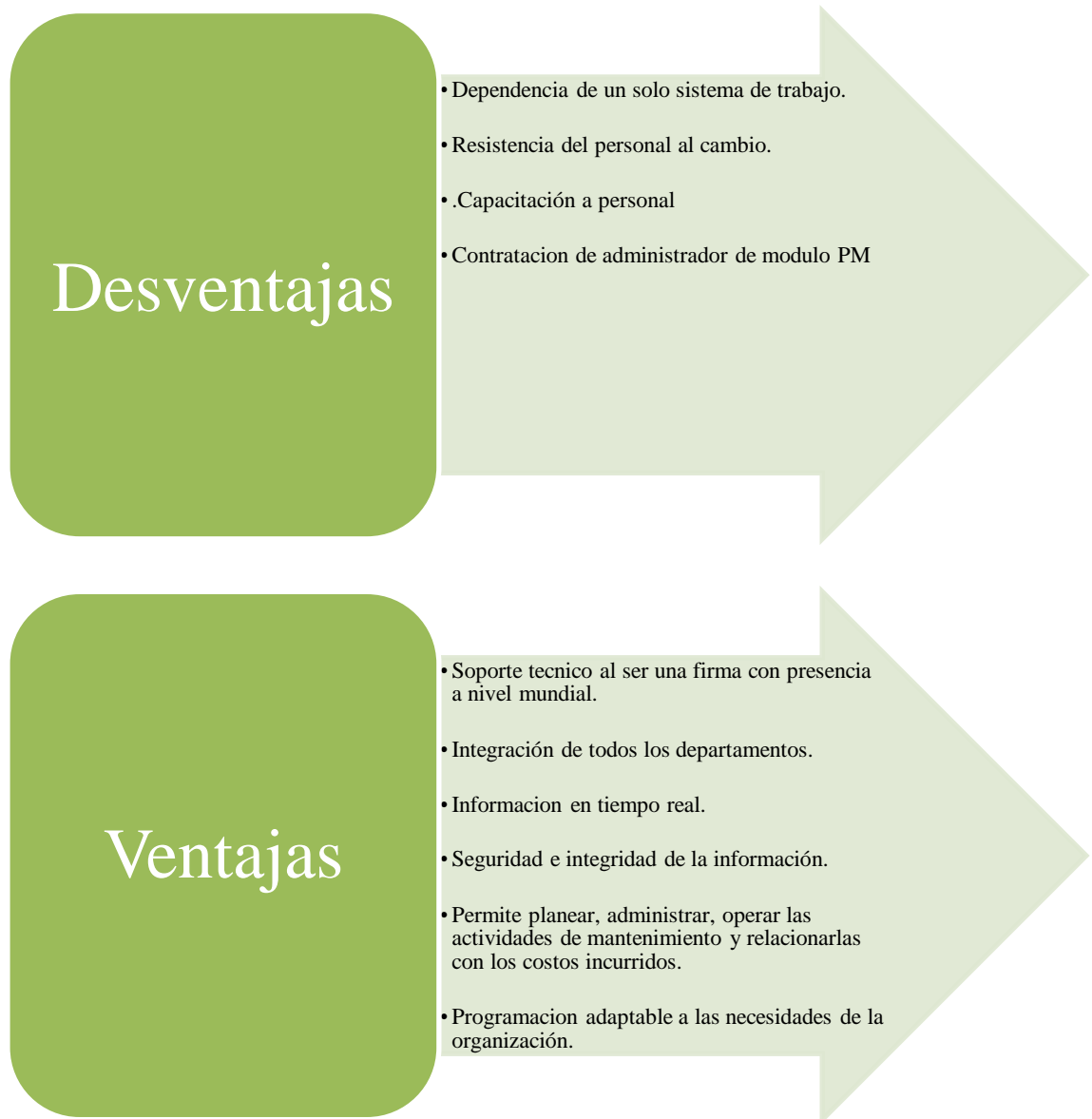
La empresa SAP ® es una empresa alemana cuyas iniciales significan Systems, Applications and Products. Sus funcionalidades son divididas en diferentes módulos.

Los módulos que se encuentran funcionando en Envases de Centroamérica al día de hoy son

- MM Gestión de materiales
- SD Ventas y distribución
- CO Costos
- QM Administración de calidad
- PY Nomina
- PP Planeación de la producción
- FI Finanzas
- RH Recursos humanos
- FA Activos fijos

Sin embargo no se utiliza el módulo PM Mantenimiento de planta, el cual permite relacionar administrar la programación de tareas de mantenimiento, lista de tareas, listas de materiales, costos incurridos por la utilización de las mismas, así como crear un historial de los mantenimientos que se realizan a los equipos.

Figura No. 18 Ventajas y desventajas de uso SAP R/3 ®



1) Propuesta de Implementación de SAP ® módulo PM para gestión de mantenimiento de máquina formadora de cuerpo del área de Front End. La implementación de SAP ® módulo pm para la gestión del mantenimiento del equipo de formado de cuerpo del área de Front End sigue un proceso lógico y ordenado en el cual se realizan ciertas etapas que permiten administrar, planear, programar todas las actividades relacionadas al mantenimiento del equipo y relacionarlas con el área contable de la empresa, facilitando así los procesos.

En la Figura No 19 se pueden identificar las principales etapas en la implementación del módulo PM

Figura No. 19 Diagrama de proceso de módulo PM



- Puesto de trabajo

La primera etapa consiste en identificar y definir responsabilidades dentro del sistema mediante la asignación de una clave al personal técnico encargado de realizar las labores de mantenimiento de los equipos.

- Objeto técnico

Consiste en identificar y dar de alta el equipo dentro del sistema para que sea posible asignarle planes y ordenes de mantenimiento así como administrar su historial.

- Hoja de ruta

En este punto se debe crear una lista con las actividades vinculadas al proceso de mantenimiento preventivo, de tal manera que sirva como guía para que la persona que realice el mantenimiento pueda llevar a cabo la tarea de forma exitosa.

- Tipo de mantenimiento

Conocida como crear plan de mantenimiento, permite elaborar planes de mantenimiento en los cuales se planifican y administran las actividades programadas para un equipo particular.

- Lista de materiales

Permite vincular una lista de materiales a un equipo en el sistema, con lo cual es posible relacionarlas a un plan de mantenimiento específico.

- Avisos de mantenimiento

La transacción crear avisos permite solicitar un trabajo a las determinadas áreas de la empresa en general se utiliza para trabajos correctivos que no poseen una programación previa.

- Ordenes de mantenimiento

Genera una orden de trabajo impresa para realizar un trabajo, permite realizar un seguimiento del avance del mismo así como facilitar la asignación de los costos que incurren en la realización de la orden.

Los siguientes 3 puntos no forman parte del proceso de implementación del módulo PM, ya que estos son parte del proceso operativo normal que se lleva a cabo una vez terminada la implementación del módulo PM.

- Notificación de órdenes

Permite registrar los tiempos reales que se ocuparon para ejecutar una actividad u operación especificada en una orden de mantenimiento.

- Cierre Técnico

Permite asignar el estado a la orden de realizada, esto con el fin de completar el ciclo de trabajo de la orden

- Liquidación de órdenes

El proceso liquidación de ordenes permite aplicar los costos de la orden de mantenimiento a los centros de costo respectivos.

b) Prueba del módulo PM sistema SAP ®. Para la prueba se utilizara el módulo de mantenimiento preventivo del sistema PM, de forma gráfica se visualizaran los puntos que deben tomarse en cuenta al generar planes de mantenimiento preventivo. El sistema SAP ® modulo PM, brinda pantallas amigables para el usuario lo cual facilita la utilización del mismo.

La información utilizada para la creación del plan de mantenimiento preventivo, se extrajo del mantenimiento semanal para el equipo de formado de cuerpos No. 46 que se lleva actualmente, ya que este contiene las sugerencias del fabricante para mantener el equipo en óptimas condiciones de operación.

c) Selección de un equipo. La selección del equipo particular para la prueba del funcionamiento del sistema SAP ® modulo PM, se utilizara el equipo de formado de cuerpo No. 46 el cual ha sido el utilizado para el estudio del presente trabajo de graduación.

d) Aplicación de un plan de mantenimiento preventivo. En esta sección se muestra de forma gráfica la prueba de funcionamiento del sistema SAP® modulo PM, para el mantenimiento semanal del equipo de formado de cuerpo No. 46.

Mediante este punto se pretende mostrar la compatibilidad del sistema SAP ® modulo PM, para la gestión de los mantenimientos preventivos del equipo de formado de cuerpo No. 46, dado que a pesar de ser solo una prueba para un mantenimiento específico, la forma de implementación sería la misma para el resto de mantenimientos que se llevan dentro del área para el equipo de formado de cuerpo No. 46.

e) Creación de puestos de trabajo. En este punto se asigna el puesto de trabajo responsable, el centro de emplazamiento es decir la empresa y ciertas variables más que conforman las características del puesto de trabajo dentro del sistema SAP ®.

Para la realización del mantenimiento elegido, se asignó como responsable de la realización de la tarea al puesto de técnico mecánico de Front En, el cual será el encargado de llevar a cabo los puntos contemplados en la orden de mantenimiento.

Figura No. 21 Creación de puestos de trabajo

Visualizar puesto de trabajo: datos básicos

Sist. personal Jerarquía

Centro 9100 ALU GUATEMALA

Puesto de trabajo TIF C TÉCNICO MECÁNICO FRONT END EQUIPO C

Datos básicos Val.propuestos Capacidades Programación Cálculo coste Tecnología

Datos generales

Clase puesto trabajo 2005 Mantenimiento

Responsable TBO PM Botes

Emplazamiento

Sistema QDE

Área sum.producción

Utilización HRuta 004 Sólo hojas de ruta para mant.

Toma retroactiva

Tratamiento valor prefijado

Clave valor prefij. ZAP0 In Valores Prefijados

Resumen val.prefijados

Posición Clave	Descripción

f) Creación de equipo de formado de cuerpo. Mediante la realización de este punto es posible la asignación de planes de mantenimiento y ordenes de mantenimiento al equipo creado. Se debe establecer el nombre del equipo, datos de fabricación, clase de objeto, la denominación con la que se conoce al equipo

Para efectos de la prueba se creó el equipo denominado "BODY MAKER # 46 MECÁNICO", el cual tiene el número de correlativo asignado por el sistema 7733.

Figura No. 22 Creación de equipo de formado de cuerpo

The screenshot displays the SAP 'Visualizar equipo : Datos generales' (View Equipment: General Data) form. The equipment number is 7733 and the name is 'BODY MAKER # 46 MECÁNICO'. The status is 'AEQS' and it is valid from 05.09.2011 to 31.12.9999. The form is divided into several sections: 'Datos generales' (General Data), 'Datos de aprovisionamiento' (Procurement Data), 'Datos de fabricación' (Production Data), and 'Documentos enlazados' (Linked Documents).

Datos generales

Clase	
Tp.objeto	F05 FORMADORA DE CUERPO
Grupo autoriz.	9100 Planer Planta 9100
Peso	0.000
Tamaño/Dimens.	
Nº inventario	
PstaEnServDesde	05.09.2011

Datos de aprovisionamiento

Valor adquis.	0.00
Fecha adquis.	

Datos de fabricación

Fabricante	Stolle	País productor	US
Denomin.tipo		Año/Mes const.	/
NºPieza fabric.	B6-22		
Fabr. Nº-serie	1138-2		

Documentos enlazados

Versiones: Versión actual, Todas versiones

Cl.	Documento	D.	Vs	Descripción
DRF	00000000086	000	00	Mantenimiento Predictivo BM's
DRF	100000000086	000	01	Mantenimiento Predictivo BM's

g) Creación de hoja de ruta. Se deben escribir las instrucciones generales que servirán para la realización de las tareas de mantenimiento, permite ser asociado a un plan de mantenimiento y a uno o varios equipos de proceso.

La hoja de ruta creada, posee el número 470 asignado por el sistema y el nombre “Mantenimiento Body Maker’s Semanal C”

Figura No. 23 Creación de hoja de ruta

The screenshot shows the SAP 'Visualizar instrucción: resumen operaciones' window. The title bar includes 'Instrucciones', 'Tratar', 'Pasara', 'Operación', 'Detalles', 'Entorno', 'Sistema', and 'Ayuda'. Below the title bar is a toolbar with various icons. The main content area shows the following data:

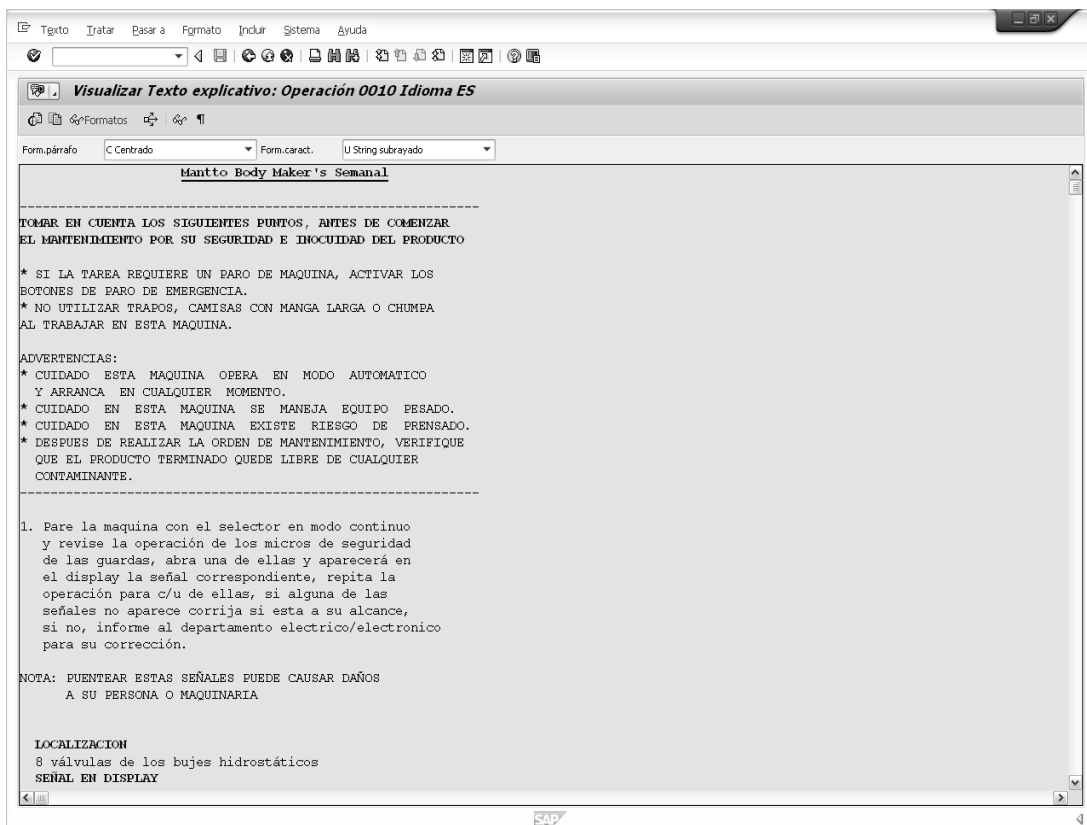
GH:Ruta: 470 Mantenimiento Body Maker's Semanal C Cont:Gpo:HR: 10

Op.	S...	PstoT...	Ce.	Ctl	Descripción operación	T.	Trabajo	U.	N.	Dur.	U.	%	DetTr...	F...	ClAct	Clv.m...	Conjunto	H.	G.	CS	C	L	Ctd	
0010			9100	PM01	<H><U>Manitto Body Maker's Semanal</></>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.5	H	1	0.5	H	100		1	NOBRAM			0						1 0.01

At the bottom of the window, there is a toolbar with icons for 'PaqManPr', 'Comple.', 'REO', 'MAF', 'PaqServ', and 'CarIns'. Below these icons is an 'Entrada' field with the value '1 / 1'. The SAP logo is visible in the bottom right corner.

A continuación se muestra el campo que brinda el sistema para poder colocar los textos que indicaran las instrucciones para la realización de las tareas de mantenimiento.

Figura No. 24 Campo de texto en hoja de ruta



En este punto de la programación se debe establecer la frecuencia del mantenimiento, dado que para esta prueba el plan de mantenimiento tiene una frecuencia semanal, se escogió la columna 1S, la cual significa que la orden de trabajo se generara automáticamente cada 7 días.

Figura No. 25 Selección de frecuencia de orden de mantenimiento

The screenshot displays the SAP 'Vis.instrucción: Res.paquetes mantenimiento' window. The main area contains a table titled 'Resumen oper.paquetes mant.prev.' with the following data:

Op.	S...	Descripción operación	1S	2.	3.	1.	5.	2.	3.	4.	6.	1.	2.	9.	3.	4.	5.
0010	<H>	<U>Mantto Body Maker's Semanal</>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

The status bar at the bottom indicates 'Entrada 1 / 1'.

h) Creación de plan de mantenimiento. Es en este punto donde se enlazan los pasos anteriores, la creación de equipos, hoja de ruta, puestos de trabajo, esto con el fin de poder programar un plan de mantenimiento de forma integral.

El número del plan de mantenimiento asignado por el sistema es 6786 y fue denominado como "Plan Mantto Body Maker 46 Semanal".

Figura No. 26 Pantalla desplegada para creación de plan de mantenimiento

Plan mant. prev. 6786 Plan Mantto Body Maker 46 Semanal

Cab. plan mant.

Ciclos plan de mantenimiento 22.10.2012 Parám. programación plan mantenimiento

Ciclo	Unidad	Texto ciclo mantenimiento	Offset
	7 D	Semanal	0

Posición 9046 Plan Mantto Body Maker 46 Semanal

Objeto de referencia

Ubic. técn. 9100-907E-LINE-1-- PRODUCCION BOTES LINEA 1 FRONT END

Equipo 7733 BODY MAKER # 46 MECÁNICO

Conjunto

Datos de planificación

Centro planif. 9100 ALU GUATEMALA Grupo planif. FEM Planer Frontend

Clase de orden 0M02 Orden de Mantenimiento Preve... Clase actividad PM 002 Mantenimiento Preve...

Pto. tbojo.resp. TWF C / 9100 TÉCNICO MECÁNICO División 9100 ALU GUATEMALA

Prioridad

Documento venta

Hoja de ruta para mantenimiento

Tp.	Gr/Ruta	CG-HR	Descripción
A	470	10	Mantenimiento Body Maker's Semanal C

i) Programación de plan de mantenimiento. Se debe ingresar la fecha de inicio del plan de mantenimiento, este punto permite la programación automatizada de las fechas de generación de la orden de trabajo.

Para la prueba en curso se ingresó como fecha de inicio: 20/09/2012

Figura No. 27 Programación de plan de mantenimiento

The screenshot shows the SAP interface for 'Programar plan de mantenimiento preventivo'. The title bar indicates 'Plan de mantenimiento preventivo' and the main header is 'Programar plan de mantenimiento preventivo: Plan estrategia 000000067'. Below the header, there are navigation buttons: 'Iniciar', 'Inicio en el día', 'Iniciar de nuevo', 'Toma de mantenimiento manual', and 'Lista resumen progr.mantenimiento'. The main area shows 'Plan mant.prev.' with the value '6786' and 'Plan Mantto Body Maker 46 Semanal'. There are three tabs: 'Llamadas programadas', 'Llamadas manuales', and 'Parám.programación plan mantenimiento'. The 'Llamadas programadas' tab is active, displaying a table with the following data:

N.	FechaPrev.	Fecha de...	Fecha de...	Paquet.ve...	Cl.programación/Status	De...	Unidad
56	11.10.2012			1S	Programado,tomado		
57	18.10.2012			1S	Programado,tomado		
58	25.10.2012			1S	Programado,tomado		
59	01.11.2012			1S	Programado,tomado		
60	08.11.2012	08.11.2012		1S	Programado,Espera		
61	15.11.2012	15.11.2012		1S	Programado,Espera		
62	22.11.2012	22.11.2012		1S	Programado,Espera		
63	29.11.2012	29.11.2012		1S	Programado,Espera		
64	06.12.2012	06.12.2012		1S	Programado,Espera		
65	13.12.2012	13.12.2012		1S	Programado,Espera		
66	20.12.2012	20.12.2012		1S	Programado,Espera		
67	27.12.2012	27.12.2012		1S	Programado,Espera		
68	03.01.2013	03.01.2013		1S	Programado,Espera		
69	10.01.2013	10.01.2013		1S	Programado,Espera		
70	17.01.2013	17.01.2013		1S	Programado,Espera		
71	24.01.2013	24.01.2013		1S	Programado,Espera		
72	31.01.2013	31.01.2013		1S	Programado,Espera		
73	07.02.2013	07.02.2013		1S	Programado,Espera		
74	14.02.2013	14.02.2013		1S	Programado,Espera		
75	21.02.2013	21.02.2013		1S	Programado,Espera		
76	28.02.2013	28.02.2013		1S	Programado,Espera		

j) Generación de orden de mantenimiento. Las órdenes programadas en el punto anterior deben ser llamadas para luego poder ser impresas y llevadas al personal operativo para la realización de la orden de trabajo

En la Figura No. 28 se procede a llamar las órdenes para los días que se requieran.

Figura No. 28 Generación de orden de mantenimiento

The screenshot shows the SAP transaction 'Supervisión de plazos de planes de mantenimiento (batch-input IP10)'. The interface includes a menu bar (Programa, Tratar, Basar a, Sistema, Ayuda) and a toolbar. The main area is divided into several sections:

- Superv. plazos p. planes mantenim. preventivo**: Contains input fields for 'Plan mant. preventivo', 'Tp. plan manten.', 'Cpo. clas. plan mant. prev.', and 'Estrategia mantenim.', each with a dropdown menu and a 'Go' button.
- Intervalo para objetos de llama**: A dropdown menu set to 'DÍA'.
- Control de log**: Radio buttons for 'Log de aplicación' (selected) and 'Log (batch input)'.
- Modo: Call Transaction/Carpetas BDC**: Radio buttons for 'Transacción llamada' (selected) and 'Juego datos BDC'. Below this, there are input fields for 'Nombre grupo' (IP1020121024) and 'ID usuario' (P160EFTUR01).
- Grabar transacciones erróneas**: Radio buttons for 'Grabar errores' (selected), 'Fichero PC /Frontend', and 'Fichero unix'. Below this, there are input fields for 'Fichero' and 'Servidor'.

The SAP logo is visible in the bottom right corner.

El último paso para poder generar la orden de mantenimiento e imprimirla consiste en liberarla y revisar si se desea realizar alguna modificación a la programación realizada en los pasos previos, sino fuera necesario únicamente se debe proceder a liberarla e imprimirla.

Figura No. 29 Diagrama de Gantt implementación Módulo PM

The screenshot displays the SAP PM Maintenance Order 7642384: Cabecera central. The interface includes a menu bar (Orden, Tratar, Pasar a, Detalles, Entorno, Sistema, Ayuda) and a toolbar. The main content area is divided into several sections:

- Order Information:** Orden: OM02 7642384, Plan Mantto Body Maker 46 Semanal, Stat.sst.: LIB, IMPR, KZMP, NLIQ, PREC.
- Responsible:** Gpo.plan.: FE31 / 9100, Planer Frontend; Rs.pcto.tr.: TMF C / 9100, TÉCNICO MECÁNICO.
- Dates:** Inic.extr.: 20.09.2012, Fin.extr.: 20.09.2012.
- Object of Reference:** Uoic.téc.: 9100-BOTE-LINE-1-, PRODUCCION BOTES LINEA 1 FRONT END; Equipo: 7733, BODY MAKER # 46 MECÁNICO.
- First Operation:** Operación: <H> <U> Mantto Body Maker's Semanal </> </> ClvCá: Cl. activ.: MOBRA1, Dur.oper.: 0.5 H.

The SAP logo is visible at the bottom center of the window.

Figura No. 31 Pág. No 2 de orden de mantenimiento generada

```

( ) 4 guardas laterales L.O.
( ) SEÑAL EN DISPLAY
( ) side door #1,2,3 y 4

( ) LOCALIZACIÓN
( ) 1 guarda del yugo
( ) SEÑAL EN DISPLAY
( ) cup load station guard cover open

( ) LOCALIZACIÓN
( ) 1 guarda del tool-pack
( ) SEÑAL EN DISPLAY
( ) tool-pack air guard is open

( ) LOCALIZACIÓN
( ) 1 guarda de la cadena de bolsillos
( ) SEÑAL EN DISPLAY
( ) conveyor front cover open

( ) LOCALIZACIÓN
( ) 1 guarda del domer
( ) SEÑAL EN DISPLAY
( ) conveyor side cover open

( ) LOCALIZACIÓN
( ) 1 guarda del volante
( ) SEÑAL EN DISPLAY
( ) flywheel guard door open

( ) LOCALIZACIÓN
( ) 1 guarda del sistema motriz
( ) SEÑAL EN DISPLAY
( ) machine cover open

( ) LOCALIZACIÓN
( ) 1 bisagra de la puerta del domer
( ) SEÑAL EN DISPLAY
( ) domer door air guard is open

( ) 2. Lubrique los siguientes puntos con grasa
( ) MOBILITH SHC 220 (3 bombazos en cada punto)

( ) 3 graseras de la cadena de bolsillos
( ) 2 chumaceras del sprocket de la descarga de
( ) latas
( ) 2 sprockets de la cadena de bolsillos
( ) 2 chumaceras de la flecha de transferencia
( ) a la cadena de bolsillos
( ) 1 graseras en el cuerpo del yugo
( ) 1 graseras de la válvula de desalojo
( ) (5 bombazos)
( ) 1 graseras del volante (10 bombazos)

( ) 3. Desconecte la manguera de aceite de
( ) retorno de lubricación del domo y
( ) verifique que si salga aceite

( ) 4. Revise el sistema de enfriamiento
( ) del domo. Desconecte la manguera de
( ) entrada de soluble al domo y verifique
( ) que salga soluble por ella, conectela
( ) nuevamente y revise que el soluble
( ) salga por la parte inferior del ensamble
( ) del domo, si esto no se cumple, corrija
( ) para que el domo se enfrie adecuadamente,
( ) revise las condiciones de las mangueras
( ) y conectores, cambie si es necesario.

```

Figura No. 32 Pág. No 3 de orden de mantenimiento generada

- () 5. Realice los siguientes trabajos en el
 () ensamble del domo:
 () a. Retire el dispositivo de seguridad
 () de las tuercas del domo.
 () b. Afloje el tornillo de la tuerca
 () exterior que sujeta al housing del
 () domo.
 () c. Re torquee la tuerca retenedora del
 () formador a 250 lbs/ft, utilice el
 () dispositivo para este fin.
 () d. Re torquee la tuerca exterior que
 () sujeta el housing del domo a 200 lbs/ft
 () utilice el dispositivo para este fin.
 () e. Apriete y torquee el tornillo que aprieta
 () la tuerca exterior que sujeta el housing
 () del domo a 85 lbs/ft
 () f. Coloque de nuevo el dispositivo de seguridad
 () de las tuercas del domo, por ningun motivo
 () deje el domo sin este dispositivo, ya que
 () podria dañarse gravemente el equipo
 () si se aflojara una de las tuervas
- () 6. Cierre la valv. de soluble de la BM,
 () gire la perilla del filtro CUNO por 5
 () vueltas, retire el tapón inferior del
 () filtro de soluble y permita que salga
 () la suciedad acumulada, abra un poco la
 () valv. de soluble a modo de enjuagar el
 () filtro, al terminar coloque el tapón
 () nuevamente y verifique que no haya fugas,
 () ajuste el flujo de soluble a 20 - 24 GPM
- () 7. Coloque la maquina en posicion "SINGLE",
 () resetee la pantalla para que aparezca
 () "SINGLE READY", vaya hacia el L/V de la
 () maquina y revise el flujo de soluble
 () en el flujometro, este debera ser mínimo
 () de 16 GPM, cierre poco a poco la valvula
 () de paso de soluble hasta que aparezca la
 () señal "LOW COOLANT FLOW", si en la pantalla
 () no aparece la señal a 12 GPM, ilame al
 () electrico o electronico para que ajuste el
 () flujometro y que la maquina pare por falta
 () de soluble al parametro de protección.
- () 8. Arranque la maquina y permita que
 () llegue a 400cpm, pida al electronico que
 () bloquee o puentee la señal de la guarda
 () del domo para poder revisar la sobrecarrera.
 () Revise y registre la sobrecarrera del domo
 () con el gauge de laines metalico esta NO
 () DEBERA EXCEDER DE 0.005" , si esta es mayor
 () del max. permitido debera ser reajustada,
 () registre la nueva sobrecarrera en caso que
 () haya sido reajustada.
- () SOBRECARRERA: _____

PARO DE EQUIPO

Fecha inicio: _____

Hora inicio: _____

Fecha termino: _____

Hora término: _____

Figura No. 33 Pág. No 4 de orden de mantenimiento generada

Ejecutó Nombre y firma	Vo.Bo.Mantenimiento Nombre y firma	Vo.Bo.Producción Nombre y Firma
---------------------------	---------------------------------------	------------------------------------

Catálogo de fallas reales

Código	Descripción
--------	-------------

Partes:

Causas:

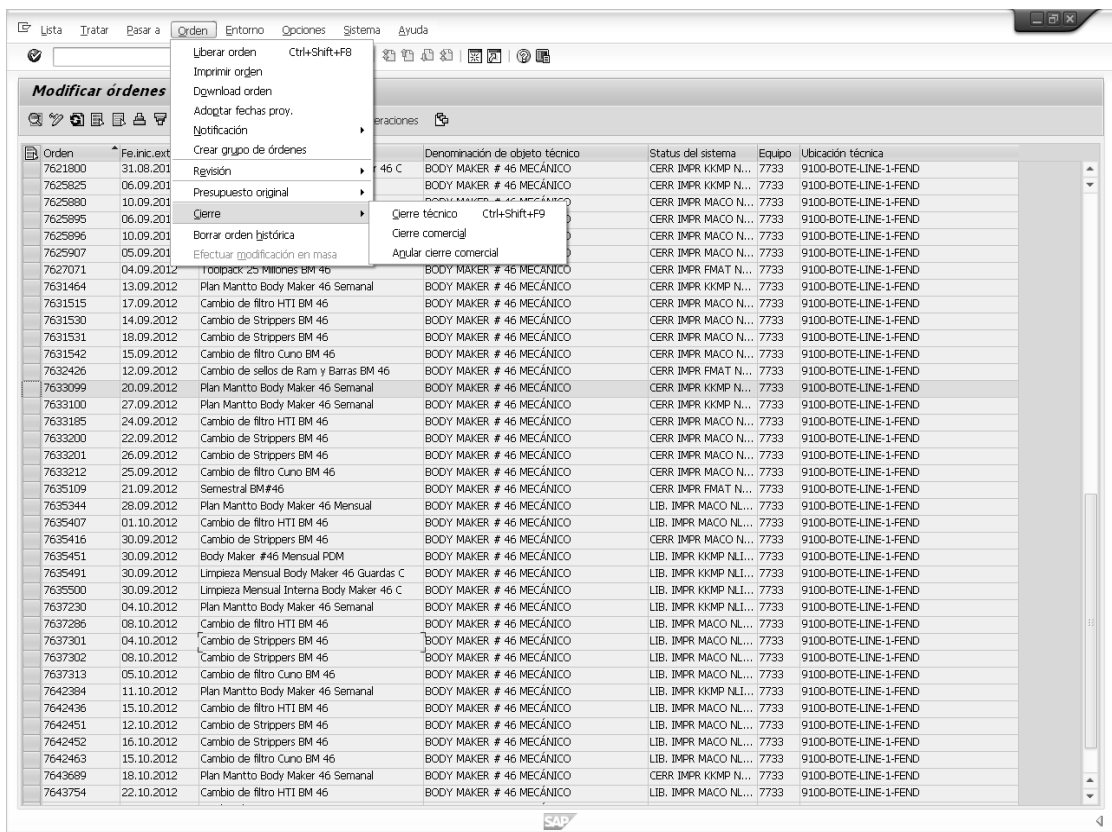
Actividades:

Síntomas:

Notas generales

k) Cierre técnico de orden de mantenimiento. Como último punto en el proceso de mantenimientos preventivos del sistema SAP ® se debe cerrar la orden de mantenimiento cuando está finalizada, es por ello que se debe seleccionar la opción de Cierre técnico y luego Cierre comercial para poder dar por terminado el ciclo.

Figura No. 34 Cierre técnico de orden de mantenimiento



E. Seguimiento y mejora continua del sistema propuesto

1. Estandarización de tareas. El proceso del sistema propuesto requiere una homogenización de las tareas a realizar y de los formatos de soporte para poder gestionarlo de forma eficiente.

Es por ello que se proponen los siguientes formatos de seguimiento de las órdenes de mantenimiento preventivo y predictivo generadas por el sistema SAP ®.

El tipo de documento de los mostrados en la tabla No, únicamente sirve para poder diferenciarlos como:

- Instructivo: Documento utilizado para describir de forma detallada los pasos necesarios para realizar una tarea o un proceso, brinda los conocimientos generales sobre el proceso el cual se está tratando así como el alcance y objetivo del mismo.
- Formato: Documento auxiliar de los instructivos y procedimientos, cumple con la función de ser un registro para los diferentes procesos que maneja la empresa.
- Procedimiento: Documento que brinda una serie de pasos lógicos, definiendo el personal responsable y los documentos asociados para la realización de una tarea en específico

Tabla No. 7 Formatos propuestos para seguimiento y control del sistema

Tipo de documento	Título de documento	Objetivo	Anexo
Instructivo	Registro de mantenimientos preventivos programados en Sistema SAP®	Brindar al usuario los lineamientos básicos para poder llenar el formato "listado de mantenimientos preventivos programados en sistema SAP ®" y así poder tener un registro de todos los mantenimientos que se implementen dentro del sistema SAP. ®	IN-PD-PD-016
Formato	Listado de mantenimientos preventivos programados en Sistema SAP ®	Ser utilizado como formato para contener la información necesaria para poder dar trazabilidad y seguimiento a un mantenimiento programado en el sistema SAP ®	Figura No. 53
Instructivo	Seguimiento a órdenes de mantenimiento preventivo y predictivo generadas dentro del Sistema SAP ®	Explicar al usuario el correcto llenado del formato "Control de órdenes de mantenimiento preventivo generadas en Sistema SAP ®" con el fin de poder brindar un seguimiento a cada orden generada por el sistema SAP ®.	IN-PD-PD-015
Formato	Control de órdenes de mantenimiento preventivo generadas en Sistema SAP ®	Cumplir con la función asegurar la trazabilidad de la orden de mantenimiento a cualquier nivel del proceso y servir como un registro histórico de las órdenes generadas por el sistema SAP ®.	Figura No. 52
Formato	Solicitud de creación, modificación, eliminación de órdenes de mantenimiento preventivo y predictivo generadas por el Sistema SAP ®	Asegurar la documentación y validación de todo cambio realizado dentro del sistema SAP ®, así como facilitar el proceso de modificación, de cualquier orden de mantenimiento generada dentro del sistema SAP ®.	Figura No. 54

a. Asignación de roles y responsabilidades. Posterior a la estandarización de tareas estas deben ser relacionadas con el recurso humano del área de mantenimiento para lograr esta asignación de manera efectiva se desarrollaron procedimientos sobre planificación y la ejecución del mantenimiento preventivo y predictivos

Tabla No. 8 Procedimientos propuestos para asignación de roles y responsabilidades

Tipo de documento	Título de documento	Objetivo	Anexo
Procedimiento	Planificación del mantenimiento preventivo y predictivo	Brindar los pasos detallados para el proceso de planificación de mantenimiento preventivo y predictivo y definir la responsabilidad de cada uno de los miembros que participan en el proceso.	Figura 48 y Figura 49
Procedimiento	Ejecución del mantenimiento preventivo	Muestra el proceso para la correcta realización del mantenimiento preventivo y las responsabilidades de cada persona en las diversas etapas.	Figura 50
Procedimiento	Ejecución del mantenimiento predictivo	Muestra el proceso para la correcta realización del mantenimiento predictivo y las responsabilidades de cada persona en las diversas etapas.	Figura 51

2. Gestión mediante indicadores clave de desempeño KPIs. Poder definir qué tan efectiva es la gestión del mantenimiento propuesto es primordial para poder analizar el comportamiento y medir los resultados obtenidos en base a los objetivos de la propuesta.

Se propone una metodología para implementar la gestión del mantenimiento mediante el diseño de indicadores que se obtienen a partir de un análisis detallado de las necesidades del área.

El objetivo de este seguimiento consiste en determinar el desempeño real del área de mantenimiento y poder controlar los procesos que se relacionan a esta área, obteniendo información eficaz para tomar decisiones correctivas y/o preventivas.

Como todo proceso de implementación de mantenimiento preventivo, este busca mejorar la eficiencia y efectividad tanto de los equipos de producción como de los ejecutores de los mismos y de igual forma disminuir los costos por mantenimientos correctivos.

Los parámetros elegidos como metas se proponen como un valor inicial, ya que actualmente no se lleva esta medición, los primeros meses servirán para establecer metas más próximas a la realidad de la empresa

En la Tabla No 09 se muestran los indicadores propuestos y una breve descripción del objetivo y los valores establecidos como metas a lograr para cada uno de ellos.

Tabla No. 9 Indicadores propuestos

Tipo	Objetivo	Indicador	Meta
Indicador de efectividad	Medir la disponibilidad y confiabilidad de los equipos	Disponibilidad	Excelente mayor a 90 %, Regular entre 85% y 89.99%, Malo menor a 85%
Indicador de confiabilidad	Medir el tiempo transcurrido entre dos fallos consecutivos	MTBF	Excelente mayor a 55min, Regular entre 53min y 54.99min, Malo menor a 53
Indicador de confiabilidad	Medir el tiempo transcurrido para reparar una falla de equipo	MTTR	Excelente mayor a 5min, Regular entre 4.99 min y 6min, Malo menor a 6min
Indicador de gestión del mantenimiento	Medir la eficiencia del proceso de mantenimiento	Cumplimiento de órdenes de mantenimiento	Excelente mayor a 97%, Regular entre 95% y 96.99%, Malo menor a 95%
Indicador de seguridad industrial	Medir que los controles estipulados para las tareas a realizar cumplan su función de cero accidentes	Número de accidentes	Cero accidentes

a. Disponibilidad del equipo. Mediante este indicador se busca medir el tiempo que se tiene el equipo disponible para poder trabajar de forma normal. Se propone brindar un seguimiento diario a este indicador para poder analizar el comportamiento del equipo y poder definir acciones correctivas mediante el desarrollo de tendencias.

Esta información está disponible en el software de soporte que se utiliza en la empresa, ya que esta almacena el tiempo de operación, en espera y en falla que se tuvo para trabajar el equipo.

$$\% \text{ disponibilidad} = \frac{TC - TE}{TD}$$

Ecuación 1

TC= Tiempo total de operación

TE= Tiempo de equipo en espera

TD= Tiempo total disponible (operación, espera, fallas)

b. Tiempo medio entre fallas. El tiempo medio entre fallas o MTBF (siglas en inglés de Mean Time Between Failures) es un indicador que se obtiene sumando todos los tiempos de falla y dividiendo el resultado entre el número de fallas observadas. Este número indica el periodo aproximado que una maquina funciona sin fallas

De este indicador se obtiene el beneficio de poder establecer tendencias y definir de mejor forma las acciones correctivas a tomar en cuanto a repetición de una falla específica.

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

Ecuación 2

TTO = Tiempo total de operación en el periodo

#F = número total de fallas en el periodo

c. Tiempo medio de reparación. El tiempo medio entre reparaciones o MTTR (siglas en inglés de Mean Time Through Repair) es un indicador que se obtiene sumando todos los tiempos de reparación de un equipo y dividiendo el resultado entre el número de reparaciones realizadas.

Este número indica el tiempo estimado que un equipo estará parado mientras es reparado.

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

Ecuación 3

TTR = Tiempo total del equipo en falla

#F = número total de fallas en el periodo

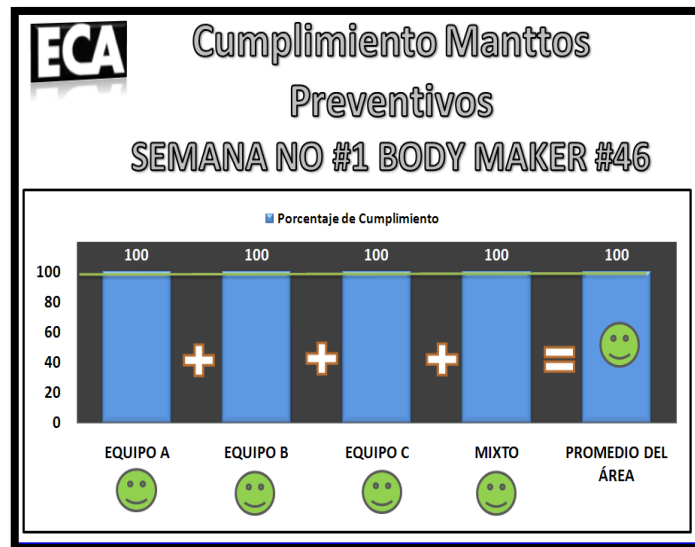
d. Propuesta de reporte de cumplimiento. Para poder medir el proceso descrito en la ejecución del mantenimiento preventivo y predictivo propuesto se desarrollara un reporte de cumplimiento de las órdenes de mantenimiento con una frecuencia semanal y clasificando las órdenes de la siguiente manera:

- Orden realizada:
Dentro de este rubro se incluyen todas las órdenes de mantenimiento realizadas en tiempo y forma por parte de los ejecutores de las tareas.
- Orden no realizada:
Incluye todas las órdenes que no fueron devueltas, o que no se realizaron.
- Orden devuelta tarde:
Consiste en las órdenes de trabajo que se entregan con retraso al coordinador de mantenimiento.

La información para este indicador se obtiene del formato "Control de órdenes de mantenimiento preventivo generadas en Sistema SAP ®" adjunto en la Figura No 52, ubicada en el apéndice y la forma de administrar este formato se encuentra en el instructivo "Seguimiento a órdenes de mantenimiento preventivo y predictivo generadas dentro del Sistema SAP ®" adjunto en el instructivo IN-PD-PD-015, ubicado en la sección de apéndice

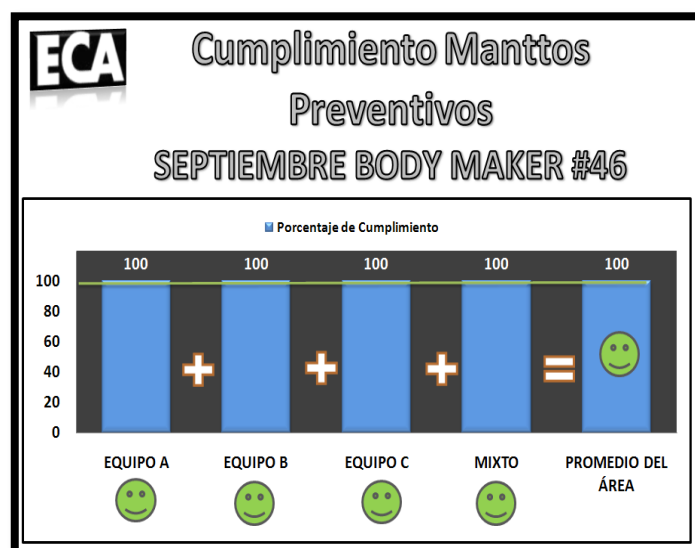
Se pretende poder analizar la tendencia del cumplimiento de los mantenimientos preventivos de una forma gráfica, como se puede ver en la Figura No 35.

Figura No. 35 Gráfico propuesto para reporte de cumplimiento de mantenimiento por semana para equipo de formado de cuerpo número 46 (body maker)



En la Figura No 36 mostrada a continuación se presenta el grafico de cumplimiento de mantenimientos con una frecuencia mensual

Figura No. 36 Gráfico propuesto para reporte de cumplimiento de mantenimiento por Mensual para equipo de formado de cuerpo número 46 (body maker)



e. Mejora Continua. De acuerdo a la información presentada por los indicadores mostrados anteriormente, se espera poder definir tendencias y acciones correctivas hacia cualquier desviación del proyecto respecto a los objetivos iniciales.

Por lo que para poder cerrar el ciclo de mejora, se propone que se realice una reunión semanal y se muestre la información contenida en los indicadores descritos en la Tabla No 16, de forma que se trabajen grupos continuos de mejora conformados por el personal descrito en la Tabla No. 10.

Tabla No. 10 Personal involucrado en reuniones semanal de mejora

Grupo continuo de mejora
Gerente de Producción
Líder de Mejora continua
Jefe de Front End
Coordinador de Front End
Analista de Mantenimiento

F. Adecuación de gestión de mantenimiento a sistemas ISO 9001, ISO 14000, OSHA 18000, ISO 22000

Actualmente la empresa Envases de Centroamérica, se encuentra en proceso de implementación de dichos sistemas, por lo que un área de la empresa tan importante como lo es el mantenimiento debe cumplir con los puntos establecidos dentro del sistema de gestión integral de la empresa.

De esta forma beneficiando a la empresa a proporcionar productos que satisfagan los requisitos del cliente y aspirar a la mejora continua del sistema y el aseguramiento de las regulaciones y reglamentos aplicables.

Se evaluó los puntos de las normas ISO 9001, ISO 14001, OSHA 18000, ISO 22000, para poder establecer los procedimientos y documentos necesarios para poder cumplir con las normas y de esta forma implementar correctamente el módulo de mantenimientos preventivos del sistema SAP ®. Esto se llevó a cabo en la Tabla No. 11 la cual se muestra a continuación:

Tabla No. 11 Descripción de mejoras a implementar en los mantenimientos preventivos

ISO 9001:2008	OSHA 18000:2007	ISO 14001:2004	ISO 22000	Requisito	Como se cumplió	Anexo
4.2.3	4.4.5	4.4.5	4.2.2	Control de documentos	Se crearon: Instructivo de seguimiento de órdenes de mantenimiento preventivo y predictivo generadas en sistema SAP ®, instructivo de registro de mantenimientos programados en sistema SAP ®, Procedimiento para planificación de mantenimiento preventivo y predictivo, Procedimiento de ejecución de mantenimiento preventivo, Procedimiento de ejecución de mantenimiento predictivo	IN-PD-PD-015, IN-PD-PD-016, Figura 48, Figura 49, Figura 50, Figura 51
	4.5.4		4.2.3	Control de los registros	Formato de control de órdenes de mantenimiento preventivo y predictivo generadas en sistema SAP ®, formato listado de mantenimiento preventivo y predictivo programados en sistema SAP ®, formato solicitud de creación, modificación, eliminación de mantenimientos. Utilización de archivo físico para almacenar las ordenes de mantenimiento por 2 años.	Figura 52, Figura 53, Figura 54
6.3 b.	-		6.3	Mantenimiento de equipos para los procesos	Mediante las ordenes de trabajo generadas dentro del sistema SAP ®, se logra dar conformidad a los requisitos del producto a través del mantenimiento preventivo y predictivo del equipo de producción de formado de cuerpo.	n/a

Continuación Tabla No. 11

ISO 9001:2008	OSHA 18000:2007	ISO 14001:2004	ISO 22000	Requisito	Como se cumplió	Anexo
6.2.2	4.4.2		4.6.2.2	Competencia, formación y toma de conciencia	Para lograr la competencia necesaria del personal de trabajo involucrado en las órdenes de mantenimiento generadas por el sistema SAP ®, se desarrolló la guía de capacitación la cual cubre todos los aspectos que involucran al nuevo sistema.	Tabla No. 18 Guía de capacitación al personal
	4.4.6	4.4.6		Control operacional	En todos los documentos generados se identificaron aquellas operaciones y actividades que están asociadas con peligros identificados.	
			7.2	Programas prerequisite	Para la realización de las órdenes de mantenimiento se cumple con los lineamientos establecidos en el programa de prerequisite de mantenimiento y adecuación de los equipos.	
			7.4	Análisis de peligros	Se realizó un análisis de peligros para el equipo de formado de cuerpo hacia la inocuidad del producto, con el fin de poder evitar riesgos de contaminación por actividades de mantenimiento	Tabla No. 28 Análisis de peligros para el área de formado de bote
			7.4.3	Evaluación de peligro	Se analizaron los peligros y no se encontró riesgo significativo	Tabla No. 28 Análisis de peligros para el área de formado de bote

G. Análisis costo

A continuación se realiza un análisis mediante el uso de dos escenarios para poder brindar una mejor idea del desempeño de la propuesta.

1. Escenario actual. En la Tabla No 12, se pueden ver los costos por paro del equipo de formado de cuerpo, así como los costos por la mano de obra encargada del mantenimiento del lugar.

Tabla No. 12 Costos método actual de mantenimiento

Costo de paro de equipo anual	-\$1,413,417.60
Costo de personal anual	-\$80,769.23

a. Costo de paro de equipo anual. Para poder determinar el tiempo de paro promedio se utiliza la figura No.14 en la cual se brinda la disponibilidad con la que trabaja el equipo, en promedio durante 8 meses se obtuvo que el equipo trabaja con un 90.5% de disponibilidad lo cual representa una pérdida de 68.4 horas al mes, este a su vez multiplicado por el costo del bote de aluminio y por la capacidad del equipo nos brinda el resultado obtenido

b. Costo de personal anual. En este costo se incluyen a todas las personas relacionadas con la gestión y la realización del mantenimiento del equipo de formado de cuerpo de BM 46.

	Anual
Jefe de Front End	Q420,000
Coordinador de Front End	Q140,000
Operador de BM 46	Q70,000
Total en Quetzales	Q630,000
Total en Dólares	\$ 80,769.23

2. Escenario optimista. En la Tabla No. 13 se muestra el escenario optimista de la gestión del mantenimiento fundamentado en el sistema SAP, módulo PM.

Tabla No. 13 Costos método actual de mantenimiento

Costo de paro de equipo anual	-\$967,075.20
Costo de personal anual	-\$91,538.46
Costo mantenimiento anual SAP	-\$7,000.00

a. Costo de paro de equipo anual. Este escenario considera un aumento en la disponibilidad promedio mensual del equipo en un 3% lo que se convierte en un 93.5% de disponibilidad del equipo de formado de cuerpo en promedio de forma mensual, únicamente 46.8 hrs perdidas, brindando una diferencia de 21.6 horas con respecto al escenario actual.

b. Costo de personal anual. Se agrega una persona más, la cual es la encargada de administrar el sistema SAP propuesto, por lo que existe un aumento en el costo de personal por año.

c. Costo de mantenimiento anual SAP. En este costo se incluyen el mantenimiento anual realizado al software SAP.

d. Comparativa método actual vs escenario optimista. A continuación se muestra una tabla comparativa entre el método de gestión actual del mantenimiento vs el escenario optimista.

Tabla No. 14 Comparativa método actual vs escenario optimista

Escenario 1 Método actual vs escenario optimista						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión inicial	\$ (30,000.00)					
Ahorro por paro de máquina		\$446,342.40	\$446,342.40	\$446,342.40	\$446,342.40	\$446,342.40
Costo personal		-\$10,769.23	-\$10,769.23	-\$10,769.23	-\$10,769.23	-\$10,769.23
Costo mantenimiento anual SAP		-\$7,000.00	-\$7,000.00	-\$7,000.00	-\$7,000.00	-\$7,000.00
Diferencia	\$ (30,000.00)	\$428,573.17	\$428,573.17	\$428,573.17	\$428,573.17	\$428,573.17
VAN	\$1,514,910.36					

3. Escenario piloto. Se realiza una prueba de la propuesta de implementación del software SAP para la gestión del mantenimiento del equipo de formado de cuerpo BM 46, durante los meses de enero a abril 2013 con un aumento de 1% de disponibilidad promedio, siendo un total de 91.5%

Tabla No. 15 Disponibilidad de equipo de formado de cuerpo No 46. Año 2013

Mes	Disponibilidad
Enero	91.40%
Febrero	91.00%
Marzo	93.40%
Abril	90.10%
Promedio	91.5%

Tabla No. 16 Costos proyectados a 12 meses en promedio

Costo de paro de equipo anual	- \$1,264,636.80
Costo de personal anual	- \$91,538.46
Costo mantenimiento anual SAP	- \$7,000.00

a. Costo de paro de equipo anual. Durante la prueba realizada se obtuvo un aumento en la disponibilidad promedio mensual del equipo de 1% lo que se convierte en un 91.5% de disponibilidad del equipo de formado de cuerpo en promedio de forma mensual, únicamente 61.2 hrs perdidas, brindando una diferencia de 7.2 horas con respecto al escenario actual.

b. Costo de personal por año. Se agrega una persona más, la cual es la encargada de administrar el sistema SAP propuesto, por lo que existe un aumento en el costo de personal por año.

c. Costo de mantenimiento Anual SAP. En este costo se incluyen el mantenimiento anual realizado al software SAP.

d. Comparativa método actual vs escenario piloto. A continuación se muestra una tabla comparativa entre el método de gestión actual del mantenimiento vs el escenario optimista.

Tabla No. 17 Costos proyectados a 12 meses en promedio

Escenario piloto						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión inicial	\$ (30,000.00)					
Ahorro por paro de máquina		\$148,780.80	\$148,780.80	\$148,780.80	\$148,780.80	\$148,780.80
Costo personal		-\$10,769.23	-\$10,769.23	-\$10,769.23	-\$10,769.23	-\$10,769.23
Costo mantenimiento anual SAP		-\$7,000.00	-\$7,000.00	-\$7,000.00	-\$7,000.00	-\$7,000.00
	\$ (30,000.00)	\$131,011.57	\$131,011.57	\$131,011.57	\$131,011.57	\$131,011.57
VAN	\$442,267.39					

4. Resumen escenarios planteados. Mediante la Tabla No 18. se relacionan los tres escenarios planteados del cual permite concluir en la ventaja de implementar el sistema dado a un aumento real del 1% en el escenario piloto traduciendo esto a \$148,780.80 de ahorro anual por aumento las horas de trabajo real del equipo

Tabla No. 18 Comparativa de escenarios

Escenario	Indicador	Objetivo	Línea Base	Ahorro
Escenario optimista	Costos de paro de equipo	\$ (967,075.20)	\$ (1,413,417.60)	\$ 446,342.40
	Costo de personal por año	\$ (91,538.46)	\$ (80,769.23)	\$ (10,769.23)
	Disponibilidad %	93.50%	90.50%	3.00%
Escenario piloto	Costos de paro de equipo	\$ (1,264,636.80)	\$ (1,413,417.60)	\$ 148,780.80
	Costo de personal por año	\$ (91,538.46)	\$ (80,769.23)	\$ (10,769.23)
	Disponibilidad %	91.50%	90.50%	1.00%

H. Recurso Humano

El personal involucrado en la propuesta de implementación de mantenimientos preventivos mediante el modulo PM del sistema SAP ® es el personal de Front End el cual se descrito en la figura No 11.

Para poder llevar a cabo la implementación del sistema de mantenimientos preventivos generados por el sistema SAP ® se creó una guía de capacitación al personal descrito en el inciso siguiente.

1. Guía de capacitación a personal

Tabla No. 19 Guía de capacitación al personal

Punto	Objetivo	Duración
Introducción al sistema SAP ®	Brindar los conocimientos sobre el sistema SAP ®	10 min
Beneficios del mantenimiento preventivo	Mostrar los beneficios de la realización del mantenimiento preventivo	10 min
Objetivos de la orden de mantenimiento	Dar a conocer los objetivos de la orden de mantenimiento	10 min
Descripción de las partes de la orden de mantenimiento	Mostrar las partes de la hoja de mantenimiento	12 min
Logística de la orden de mantenimiento	Publicar el proceso de logística de la orden de mantenimiento	10 min

2. Capacitación a personal. El objetivo de la presente guía de capacitación mostrada en el punto anterior consiste en brindar al personal operativo y administrativo los conocimientos básicos sobre el contenido de las órdenes generadas por el sistema SAP ®, para que de esta forma se pueda aprovechar al máximo la funcionabilidad de estas y todos los involucrados en el proceso puedan desenvolverse de una mejor manera

Esta guía de capacitación está diseñada para ser presentada a todo el personal detallado en la Figura No 12, así como cualquier personal nuevo que ocupe un puesto de los mencionados en dicho punto.

a. Descripción de guía de capacitación

- Introducción del sistema SAP ®
- Beneficios del mantenimiento preventivo
- Objetivos de la orden de mantenimiento
- Descripción de las partes de la orden de mantenimiento
- Logística de la orden de mantenimiento

b. Introducción del sistema SAP ®. Busca definir y presentar al personal el sistema

SAP®, el cual es utilizado por la empresa, SAP R/3 ® es un conjunto de aplicaciones de negocios integradas. Está diseñado para cubrir coordinadamente e integralmente las operaciones del negocio: Contable, logística, administrativa, recursos humanos, mantenimiento, entre otras.

SAP ® es una compañía alemana cuyas iniciales significan Systems, Applications and Products. Sus diversas funciones son divididas en diferentes módulos, para la implementación del presente proyecto se está utilizando el modulo PM.

c. Beneficios del mantenimiento preventivo y predictivo. La utilización de estas herramientas servirán para poder mejorar la disponibilidad del equipo de formado de cuerpo, mediante rutinas de revisión y ajuste realizadas semanalmente y la creación de una rutina de mantenimientos predictivo, con el fin de poder establecer un comportamiento de los componentes del equipo y poder detectar anomalías a tiempo.

Mediante la implementación del sistema de mantenimientos preventivos y predictivos gestionados por el modulo PM de SAP ®, se podrá llevar a cabo un mantenimiento planificado

que permita enlazar todas las partes involucradas en la empresa, para poder garantizar el correcto funcionamiento de los equipos e producción y alargar su vida útil.

d. Objetivos de la orden de mantenimiento. La orden de mantenimiento generada por el sistema SAP ® tiene como objetivo llevar al personal las tareas específicas que se deben realizar para poder contribuir con todo un programa de mantenimiento preventivo, y de esta forma mejorar la vida y disponibilidad de los equipos de producción. De igual forma busca ser un canal de comunicación activo entre los jefes y coordinadores de área con el personal operativo responsable de los equipos.

e. Descripción de las partes de la orden de mantenimiento. Se divide en básicamente en tres partes principales en las cuales se busca brindar toda la información posible para facilitar la realización de la tarea por parte del personal responsable de la ejecución de la misma.

f. Parte 1 Encabezado de orden de mantenimiento. Brinda datos para el seguimiento de la orden de mantenimiento en el cual se asigna un número de orden de mantenimiento el cual es único para cada orden. Por último brinda los datos del equipo al que se debe dar mantenimiento, el nombre del plan de mantenimiento y la fecha en la que está programada la orden de mantenimiento, lo cual se puede corroborar en la Figura No. 37

Figura No. 37 Encabezado de orden de mantenimiento

ECA	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		Código	Fecha
	PLANTA 9100		9100R 751 31 08	30.12.2011
ORDEN DE MANTENIMIENTO				
ORDEN	Número: 7542365	Clase: OM02 Orden de Mantenimiento Preventivo		
	Fecha programada: 06.01.2012	Prioridad: 2		
AVISO	Número:	Persona que solicita:		
	Fecha elaboración:	Hora de elaboración: 00:00:00		
EQUIPO	Número: 7701	Descripción: UV Oven Mecánico		
	Plan: 6811	Ubicación Técnica: PRODUCCION BOTES LINEA1 BACK END		
	Texto: <u>Plan Mantto UV Oven Mecánico Semanal</u>			

g. Parte 2 Descripción de actividades. Indica al ejecutor de la tarea los puntos específicos de las tareas a realizar descritos en la orden de mantenimiento. Y asigna la orden de trabajo con la abreviatura del puesto responsable.

En esta parte de la orden de trabajo es donde se debe colocar la información sobre el ejecutor real de la tarea, el tiempo de duración de la misma y la fecha en la que se ejecutó. Esto con el fin de poder conocer los tiempos incurridos en la realización de una orden de trabajo y poder analizarlos y mejorarlos a futuro.

La etapa descrita anteriormente se puede ver a continuación en la Figura No. 38

Figura No. 38 Parte No 2 Orden de mantenimiento

ACTIVIDADES								
Oper. Descripción	Pto Trabajo	Trabajo Real	Pto. Trabajo Real	No. Personas	Fecha Inicio	Hora Inicio	Fecha término	Hora término
0010	CBE							
Mantto UV Oven Mecánico Semanal								
<input type="checkbox"/> Mantto UV Oven Mecánico Semanal <input type="checkbox"/> Rutina Semanal Barnizadora UV <input type="checkbox"/> Puntos a limpiar : Elementos en maquina <input type="checkbox"/> Deposito de barniz.....1 <input type="checkbox"/> Mangueras.....4 <input type="checkbox"/> Raspadores.....2 <input type="checkbox"/> Tubo alimentador1 <input type="checkbox"/> Caja sinfín de presión de rodillo de goma2 <input type="checkbox"/> Caja sinfín de presión de rodillo de acero....2 <input type="checkbox"/> Guardas de rodillos de goma y de acero.....2 <input type="checkbox"/> Puntos a Verificar: <input type="checkbox"/> Aplicación y Distribucion Uniforme de barniz a lo largo del rodillo <input type="checkbox"/> Estado: _____ <input type="checkbox"/> Funcionamiento de la bomba de barniz (664578) <input type="checkbox"/> Estado: _____ <input type="checkbox"/> Funcionamiento del Sensor de flujo de barniz <input type="checkbox"/> Estado: _____ <input type="checkbox"/> Funcionamiento del Timmer Dosificador de Barniz (83373) <input type="checkbox"/> Estado: _____ <input type="checkbox"/> Funcionamiento del agitador de Barniz en Tanque de Día <input type="checkbox"/> Estado: _____ <input type="checkbox"/> Puntos a Lubricar con Mobilith XHP 222: <input type="checkbox"/> Lubricar con 2 Disparos Chumaceras rodillo de acero <input type="checkbox"/> Lubricar con 2 Disparos Chumaceras rodillo de goma								

h. Parte 3 Lista de materiales y firma de ejecutores. En este punto se brinda al ejecutor de la orden de mantenimiento un espacio para colocar si fue necesario el paro de equipo para realizar la tarea y dejar constancia de la duración del mismo. Posteriormente se muestra el listado de los posibles repuestos a utilizar en la orden de mantenimiento haciendo de esta forma más fácil la búsqueda de los mismos en el almacén de repuestos.

A continuación se brinda el espacio para las firmas de ejecutor de la tarea y la supervisión del coordinador de área y el supervisor de producción, los cuales validan el trabajo realizado por parte del ejecutor. Por último se puede añadir comentarios sobre anomalías en el funcionamiento del equipo para poder ser analizadas por los jefes y coordinadores de áreas y tomar acciones correctivas en caso fuera necesario. En la Figura No 39, se muestra el contenido de la parte 3 de la orden de mantenimiento

Figura No. 39 Parte No3 orden de mantenimiento

Refacciones a utilizar		Cant.	UM.	Recibido	Devolución
Oper.	Código	Descripción		(SI) (NO)	Cantidad
0010	57787	BOMBA MOD. NC-025E	1	PZA (SI) (NO)	_____
0010	83373	Timer inyector Orsco 702-10006	1	PZA (SI) (NO)	_____

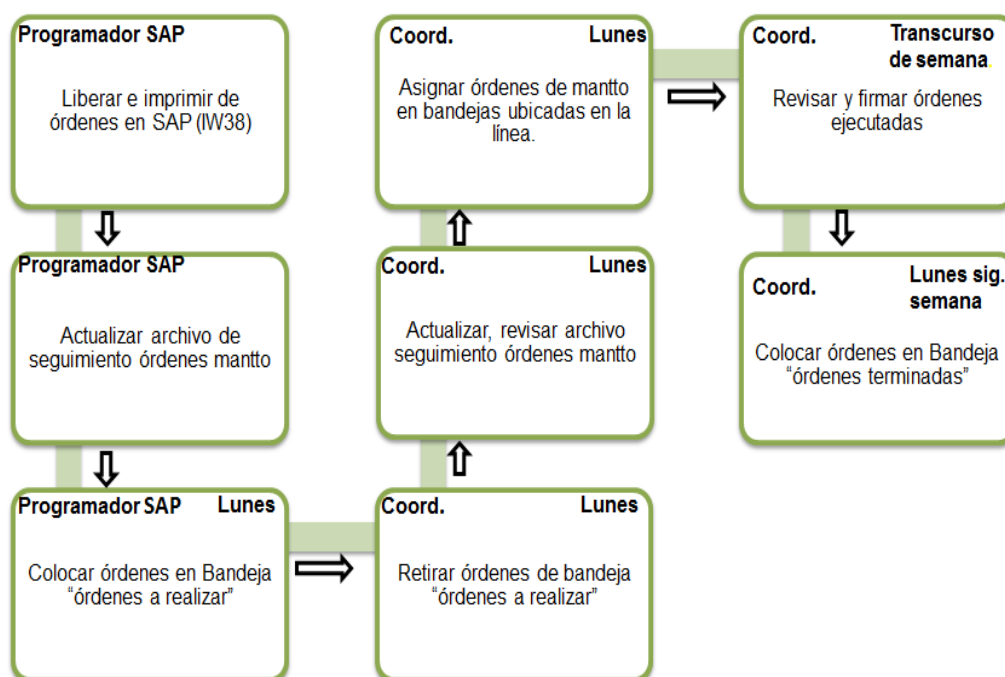
Ejecutor Nombre y firma	Vo.Bo. Mantenimiento Nombre y firma	Vo.Bo. Producción Nombre y Firma
----------------------------	--	-------------------------------------

Catálogo de fallas reales

Código	Descripción
Partes: _____	
Causas: _____	
Actividades: _____	
Sintomas: _____	
Notas generales	

i. Logística de la orden de mantenimiento. La orden de mantenimiento sigue un proceso lógico para poder ser entregada al personal responsable de la realización del mismo. Este proceso se detalla en la Figura No.40

Figura No. 40 Logística de la orden de mantenimiento



I. Mejoras en planes de mantenimiento preventivo

En este punto se evalúan las mejoras a realizarse en los mantenimientos preventivo en base a las fallas recurrentes encontradas en el equipo de formado de cuerpo y a las deficiencias en la gestión del mantenimiento encontradas en el análisis de mapa de cadena de valor realizado el cual se puede ver en la Figura No.17

1. Análisis de fallas recurrentes y propuesta de mejora. Según el análisis realizado la falla por short can es la más significativa y la que afecta de mayor forma la disponibilidad del equipo de formado de cuerpo.

El origen de la ocurrencia de la misma es provocado principalmente por fallas en el equipo, malas alineaciones, mal control de parámetros de operación, desgaste excesivo en ciertas piezas.

Las ideas aportadas en el diagrama de pescado mostrado en la Figura No 16 se extrajeron las ideas más importantes y las que beneficiarían de mayor forma a la disminución de ocurrencia de estas fallas se muestran en la Figura No 41.

Figura No. 41 Lista de ideas que aportan valor a la solución del problema Short Can extraídas de diagrama de pescado para falla short can

Máquina	Método
<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste en strippers • Falta de monitoreo a flujo de soluble • Desalineacion de prensacopas • Falta de revisión de sobrecarrera del yugo 	<ul style="list-style-type: none"> • No existe estratificacion entre operadores y máquinas.

De las ideas mencionadas en la Figura No 41 se deducen las mejoras mostradas en la Figura No 42

Figura No. 42 Descripción de mejoras a implementar en los mantenimientos preventivos

Problema	Propuesta	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste en strippers • Falta de monitoreo a flujo de soluble • Desalineacion de prensacopas • Falta de revision de sobrecarrera del yugo 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de mantenimiento preventivo para cambio de strippers • Incluir en rutina de inspeccion diaria • Incluir en mantenimiento mensual • Incluir en mantenimiento mensual 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un cambio preventivo con una frecuencia de 4 días • Asignar a las tareas diarias del operador • Realizar actividad en rutina de mantenimiento mensual • Realizar actividad en rutina de mantenimiento mensual

a. Desgaste en strippers. También conocido como dispositivo desalojador, su función es la de contribuir con el desalojar el bote del equipo de formado de cuerpo, esto ocurre en la etapa final del proceso de formado de cuerpo.

Actualmente no se cuenta con tiempo de vida definido para este repuesto, únicamente se tienen registros de los cambios realizados, los cuales son provocados por excesivas variaciones en los parámetros de calidad del bote y repercute en paros no planificados de equipo y pérdidas por mala calidad.

En las figuras mostradas a continuación se puede ver el dispositivo desalojador en su condición inicial, cuando es nuevo.

Figura No. 43 Dispositivo desalojador (stripper) nuevo



A continuación se muestra en la figura No 45, el dispositivo desalojador con más de 5 días de trabajo. En este punto se encuentra desgaste excesivo en el material provocado por el paso del bote a través del dispositivo. Este desgaste provoca variaciones en las variables críticas de control para la fabricación de bote de aluminio.

Figura No. 44 Dispositivo desalojador (stripper) con 5 días de uso



A partir de los registros que se llevan en el área de mantenimiento se realizó un análisis a los cambios correctivos durante los meses de enero a agosto 2012. Ver Tabla No 24 y Tabla No 25 en sección apéndice, del cual se dedujo que la frecuencia de cambio correctivo es de 5 días en promedio por lo que se recomienda realizar el cambio preventivamente de este dispositivo cada de 4 días. Con esto se espera reducir el tiempo de cambio de 10 min (correctivo) a 5 min (preventivo), este tiempo de cambio se respalda con una prueba realizada en el mes de enero 2013 para el equipo de formado de cuerpo No. 46 realizando el cambio cada 4 días ver Tabla No 26. Así como disminuir el porcentaje de merma asociada al desgaste de este repuesto de un 0.02% a un 0.005%

A continuación se muestra la comparativa de los costos incurridos con la gestión actual y los costos de la propuesta de cambio de strippers.

Tabla No. 20 Comparativa escenarios de cambio de strippers, actual vrs propuesto

Situación actual		Escenario propuesto	
Cambios por mes	6	Cambios por mes	7
Costo por unidad	\$ 38	Costo por unidad	\$ 38
Cambios al mes	\$ 231	Cambios al mes	\$ 269
Costo por minuto de paro de equipo	\$ 29	Costo por minuto de paro de equipo	\$ 29
Tiempo de cambio (min)	10	Tiempo de cambio (min)	5
Costo por cambios en el mes	\$ 1,722	Costo por cambios en el mes	\$ 1,005
Producción al mes	15638400	Producción al mes	15638400
Merma mensual por strippers (unidades)	312768	Merma mensual por strippers (unidades)	156384
Costo merma	\$ 21,894	Costo merma	\$ 10,947
Total	\$ 23,847	Total	\$ 12,221

A partir de la Tabla No 20 se deduce que se tiene un ahorro de \$11,626 al mes esto derivado de la reducción de cambio en minutos de 10 a 5, y la reducción en la merma generada por este repuesto de un 0.02% a un 0.01%.

b. Falta de monitoreo a flujo de soluble. La función del soluble o refrigerante en el equipo de formado de cuerpo es disminuir la temperatura en el área de formado de bote, la cual es generada por la fricción existente entre la herramienta de formado y el aluminio.

Por lo que se encontró que existe un área de oportunidad en realizar revisiones con una frecuencia diaria del flujo de soluble, para poder identificar variaciones en el flujo y evitar generar mayor fricción entre las piezas en movimiento ocasionando paros de máquina por short can y desgaste excesivo de materiales.

Las condiciones óptimas de flujo de soluble deben ser 18 a 24 gal/min, se recomienda el anexar esta revisión a las actividades diarias del técnico mecánico del área de Front End.

c. Mecanismo de sujeción de copa previo al formado de bote. Los puntos mencionados como áreas de oportunidad, (desalineación de prensa copas y falta de revisión de sobrecarrera del yugo) pertenecen al mecanismo de sujeción de copa previo al formado del bote.

Este mecanismo esta sincronizado con el proceso de formado de bote, la función de este consiste en sujetar la copa posterior a su entrada al equipo, para poder ser embutida por el punzón y proceder con el formado del bote

d.Desalineación de prensa copas. Prensa copas su función recae en sujetar la copa contra el cartucho redraw para luego ser embutida por el punzón y poder formar el cuerpo del bote.

Es considerada como una etapa crítica ya que cuando la copa entra en el equipo de formado de cuerpo se debe tener una correcta alineación para evitar golpes y variaciones en las paredes del bote durante el proceso de formado de cuerpo.

Esta desalineación se provoca debido a la alta velocidad que trabaja el equipo. Actualmente únicamente se realiza esta alineación de forma correctiva, lo que se considera como una mala práctica ya que el tiempo para poder repararlo es mayor al que se tiene previsto si se realiza con una frecuencia constante de forma preventiva.

Por lo que se recomienda realizar esta alineación de forma mensual y agregarlo a las actividades mensuales del técnico mecánico del área de Front End.

Las actividades necesarias para poder corregir la desalineación de prensa copas se encuentran en la Figura No 55, 56 y 57 ubicadas en la sección de apéndice.

e.Falta de revisión de sobre carrera del yugo. El yugo sirve de enlace entre el movimiento ejercido por el cigüeñal y las levas del equipo y el prensa copas. Su función principal es la de sincronizar este movimiento con la sujeción de copa por parte del prensa copas.

La variación excesiva en la sobre carrera del yugo se refleja como una transmisión positiva o negativa de fuerza hacia el prensa copas creando excesivas partículas de aluminio alrededor del bote, defectos de calidad en el bote y desgaste en las piezas del mecanismo.

Por lo que se recomienda revisar la sobre carrera del yugo de forma mensual y poder tomar acciones correctivas cuando estas sean necesarias por parte del técnico Mecánico de Front End. El parámetro recomendado por el fabricante es de 0.025 milésimas a 0.050 milésimas.

Las actividades a realizarse para la revisión de la sobre carrera del yugo se encuentran en el Figura No 58 y 59 ubicadas en la sección de apéndice.

Para las ideas de revisión de alineación de prensa copas y revisión de sobrecarrera de yugo, se tiene estimado los siguientes costos adjuntos en la Tabla No 21 para un cambio correctivo.

Tabla No. 21 Costos incurridos por daño de repuestos

Costo de repuestos a monitorear	\$ 15,000
Tiempo de paro por daño de repuestos	6 horas
Costo de tiempo de paro por reparación	\$ 10,440

Lo que se pretende con las revisiones propuestas es minimizar la probabilidad de ocurrencia de estos eventos mediante la aplicación de mantenimiento, los costos incurridos por la realización del mantenimiento preventivo propuestos corresponden a la Tabla No 22.

Tabla No. 22 Costos incurridos por daño de repuestos

Tiempo de paro por daño de repuestos	1 hora
Costo de tiempo de paro por mantenimiento preventivo	\$ 1,740

Mediante esto se reduce la probabilidad de fallo de los repuestos, mediante la aplicación de mantenimiento preventivo aumentando su vida útil.

f. Propuesta de plan de mantenimiento predictivo para el equipo de formado de cuerpo.

En la situación actual de la empresa no se realiza el mantenimiento predictivo, por lo que la implementación de una estrategia de mantenimiento predictivo para poder aumentar la vida de los componentes, mejorar la disponibilidad de los equipos y su confiabilidad es imprescindible para una empresa que compite en mercados internacionales.

El mantenimiento predictivo permite detectar los fallos antes de que estos sucedan brindando la oportunidad de poder planificar con tiempo su corrección sin perjudicar a la eficiencia de los equipos de producción.

La presente propuesta de mejoras se basa en el mantenimiento predictivo basado en el análisis periódico de vibraciones, el cual permite detectar el 80% de los problemas presentados en la maquinaria industrial. En esta disciplina los datos de vibración son presentados en forma de graficas al analista quien a través de su entrenamiento es capaz de identificar anomalías en los patrones que siguen las gráficas así como valores anormales o alarmas.

Se debe destacar que en la presenta propuesta de implementación de plan de mantenimiento predictivo no se propone la adquisición de acelerómetro y equipo necesario para realizar la toma e interpretación de datos, así como las capacitaciones para el personal involucrado, ya que en la empresa ya se cuenta con estos recursos actualmente.

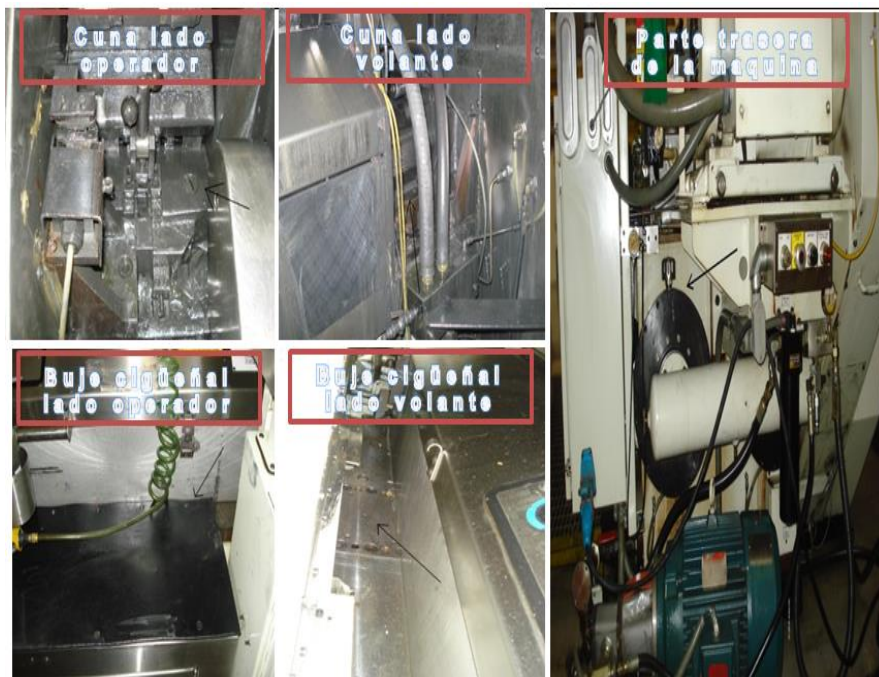
- 1) Propuesta de implementación de plan de mantenimiento predictivo para equipo de formado de cuerpo

Tabla No. 23 Metodología implementación de plan de mantenimiento predictivo

Metodología		
No.	Etapa	Descripción
1	Análisis del sistema bajo estudio	Equipo de formado de cuerpo No 46
2	Selección de puntos clave a medir.	Ver Figura No. 22
3	Adquisición de datos	Obtención de datos descritos en orden de trabajo, con una frecuencia mensual, realizado por el coordinador de Front End
4	Análisis y evaluación de datos recolectados	Realizar un análisis frecuencial y poder establecer tendencias en las mediciones por parte del coordinador de Front End. Identificando de esta forma posibles averías en los componentes mecánicos del equipo.
5	Generación de avisos y toma de decisiones	La información obtenida del sistema, deberá ser analizada por el jefe de área de Front End y el coordinador de Front End, los cuales definirán las tareas correctivas a realizar y la prioridad de las mismas.
6	Ordenes de trabajo y retroalimentación	Se deberá emitir una orden de trabajo en la se especifique el nombre del equipo, la anomalía detectada y la intervención que debe realizarse, el responsable de la realización. Para esto se utilizara la plataforma SAP ® modulo PM. Posterior a la ejecución del trabajo se debe realizar una inspección para verificar el correcto funcionamiento de los componentes por parte del coordinador de Front End

2) Selección de puntos clave a medir. Se definió con el jefe del área de Front End y el coordinador de Front End los puntos críticos para realizar las lecturas de vibración en el equipo de formado de cuerpo, buscando que estos fueran los que brindaran más información acerca del comportamiento de las partes claves para el correcto funcionamiento del equipo. Para poder identificar estos puntos clave se busca revisar principalmente en los bujes que podrían ocasionar la vibración en el equipo.

Figura No. 45 Puntos clave para toma de datos en equipo de formado de cuerpo.



3) Adquisición de datos. La frecuencia de la medición en los puntos críticos se propone que sea mensual, realizada por el técnico mecánico de Front End y respetando los parámetros de operación del equipo, el cual es que únicamente tenga una velocidad de 400 copas por minuto mientras se está realizando la toma de datos

Para poder realizar la toma de datos se propone la orden de trabajo mostrada a continuación en la Figura No. 46

Figura No. 46 Ejemplo de orden de trabajo para orden de mantenimiento predictivo pág. 1

ECA	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO PLANTA 9100 ORDEN DE MANTENIMIENTO	Código	Fecha
		9100R 751 31 08	21.09.2012

ORDEN
Número: 7635451
Fecha programada: 30.09.2012
Clase: OM02 Orden de Mantenimiento Preventivo
Prioridad:

AVISO
Número:
Fecha elaboración:
Persona que solicita:
Hora de elaboración: 00:00:00

EQUIPO
Número: 7733
Plan: 7630
Descripción: BODY MAKER # 46 MECÁNICO
Ubicación Técnica: PRODUCCION BOTES LINEA 1 FRONT END
Texto: Body_Maker #46 Mensual PDM

ACTIVIDADES

Oper. Descripción	Pto Trabajo	Trabajo Real	Pto. Trabajo Real	No. Personas	Fecha Inicio	Hora Inicio	Fecha término	Hora término
0010 CFE								
MANTENIMIENTO PREDICTIVO MENSUAL								
MANTENIMIENTO PREDICTIVO MENSUAL								
Body Maker PDM								
<pre> () ----- () TOMAR EN CUENTA LOS SIGUIENTES PUNTOS, ANTES DE COMENZAR () EL MANTENIMIENTO POR SU SEGURIDAD E INOCUIDAD DEL PRODUCTO () * SI LA TAREA REQUIERE UN PARO DE MAQUINA, ACTIVAR LOS () BOTONES DE PARO DE EMERGENCIA. () * NO UTILIZAR TRAJOS, CAMISAS CON MANGA LARGA O CHUMPA () AL TRABAJAR EN ESTA MAQUINA. () ADVERTENCIAS: () * CUIDADO ESTA MAQUINA OPERA EN MODO AUTOMATICO () Y ARRANCA EN CUALQUIER MOMENTO. () * CUIDADO EN ESTA MAQUINA SE MANEJA EQUIPO PESADO. () * CUIDADO EN ESTA MAQUINA EXISTE RIESGO DE PRENSADO. () * DESPUES DE REALIZAR LA ORDEN DE MANTENIMIENTO, VERIFIQUE () QUE EL PRODUCTO TERMINADO QUEDE LIBRE DE CUALQUIER () CONTAMINANTE. () ----- </pre>								
PDM MANTENIMIENTO PREDICTIVO								
<pre> () EQUIPO NECESARIO () * COLECTOR DE DATOS () CONDICIONES DE OPERACION () El equipo debe estar trabajando bajo () las siguientes condiciones: () * VELOCIDAD DE OPERACION: 400 cpm () PUNTOS DE MEDICION () Se revisara principalmente holgura () en los bujes, que ocasionen vibración () en las maquinas. () * Cuna Lado Operador </pre>								

Figura No. 47 Ejemplo de orden de trabajo para orden de mantenimiento predictivo pág. 2

```

( ) * Cuna Lado Volante
( ) * Buje cigueñal lado operador
( ) * Buje cigueñal lado volante
( ) * Parte trasera de la maquina

( ) POSICION DE MEDICION EN EQUIPO

( ) * Vertical
( ) * Horizontal
( ) * Axial
TEXTO ---> PRT_DOCUMENT

PARO DE EQUIPO
Fecha inicio: _____ Hora inicio: _____
Fecha termino: _____ Hora término: _____

TEXTO ---> PRT_DOCUMENT

```

Ejecutó	Vo.Bo.Mantenimiento	Vo.Bo.Producción
Nombre y firma	Nombre y firma	Nombre y Firma

Catálogo de fallas reales

Código	Descripción
Partes:	

Causas:	

Actividades:	

Síntomas:	

Notas generales	

4) Costos incurridos en la implementación del mantenimiento predictivo. Para la implementación de este sistema se cuenta en la empresa con el equipo necesario (sensores, colector de datos, software), debido a que este se utiliza para el monitoreo del funcionamiento de motores, por lo que la inversión en este caso es de cero únicamente se debe capacitar al técnico responsable de la realización de esta tarea por un costo de \$1650. Se estima que el valor de los repuestos que serán monitoreados mediante el análisis predictivo asciende a \$150,000 y el tiempo de reparación de cualquiera de estos sería de 4 días de paro equivalentes a \$148,378 de pérdida por tiempo muerto

VII. CONCLUSIONES

- A. Se propone el módulo PM del sistema SAP ® para administrar, planear y programar todas las actividades concernientes a la gestión del mantenimiento preventivo y predictivo para el equipo de formado de cuerpo en base al análisis de cadena de valor realizado.
- B. Mediante la prueba del funcionamiento del sistema SAP ® modulo PM brindada para un plan de mantenimiento preventivo del equipo de formado de cuerpo se demostró la compatibilidad del software con las necesidades del proceso de gestión del mantenimiento del equipo así como la proposición de un sistema de seguimiento de las ordenes generadas por el sistema SAP ® mediante el cumplimiento de KPIS y documentos y registros generados.
- C. El sistema planteado de gestión de mantenimiento preventivo y predictivo cumple con las normas las normas ISO 9001, ISO 14000, ISO 22000, ISO 18000 mediante los documentos y registros propuestos.
- D. Se realiza una prueba de la propuesta brindando un ahorro anual de \$148,780.80 y un aumento de disponibilidad de 1% por lo que la propuesta es viable.
- E. Se desarrolló una guía de capacitación para el personal con el fin de brindar a estos los conocimientos necesarios sobre el sistema de gestión del mantenimiento propuesto.
- F. El aumento de eficiencia para el equipo de formado de cuerpo se fundamentó en el análisis de pérdidas existentes para el equipo de formado de cuerpo del cual se desarrollaron cinco propuestas: Plan de mantenimiento para strippers, monitoreo a flujo de soluble, revisión de alineación de prensacopas, revisión de sobrecarrera del yugo, plan de mantenimiento predictivo.

VIII. RECOMENDACIONES

- A. Realizar un análisis de los gastos incurridos por la realización del mantenimiento preventivo y los gastos por la realización del mantenimiento correctivo, con el objetivo de poder establecer un presupuesto y controlar los gastos para mantenimiento del equipo de formado de cuerpo.
- B. Evaluar la factibilidad de implementar el Módulo PM del sistema SAP ® para administrar, planear y programar todas las actividades concernientes a la gestión del mantenimiento preventivo y predictivo de todos los equipos de producción.
- C. Establecer un historial de comportamiento del equipo de formado cuerpo de acuerdo a los indicadores de confiabilidad, efectividad, mantenimiento y seguridad industrial, con el fin de identificar desviaciones negativas y poder realizar acciones correctivas.
- D. Analizar la viabilidad de complementar el mantenimiento predictivo del equipo de formado de cuerpo añadiendo análisis de aceites y análisis termográficos con el fin de poder establecer un mayor historial de comportamiento de los elementos mecánicos y establecer correlaciones y anomalías en las tendencias.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación). 2005. *“ISO 22000:2005 Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria”* España. 44 páginas.
2. Arbos Lluís. Martínez F. 2010. *“TPM en un entorno lean management”*. Profint, España. 415 páginas.
3. Avallone Eugene. B. 1995. *“Manual del ingeniero mecánico”*. Novena Edición. McGraw-Hill, México 91 páginas.
4. British Standards Institution. 2007. *“Occupational Health and Safety Assessment Series OHSAS 18001 18002”*
5. Cianfrani C. 2008 *“ISO 9000:2008 Explained”* Tercera Edición. West Editor. Estados Unidos 295 páginas.
6. Hobbs, D. 2004. *“Lean Manufacturing implementation: a complete execution manual for any size manufacturer.”* Boca Raton, FL: J. Ross: APICS. 245 páginas.
7. Hoke John, Craig L 2008. *“Maximize your plant maintenance with SAP: A practical guide that teaches users how to plan for & how to get the maximum results with SAP plant maintenance.”* Primera edición. Galileo Press/William. 372 páginas.

8. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. *“Norma técnica colombiana NTC ISO 14004:2004 Sistema de Gestión Ambiental. Directrices generales sobre principios, sistemas técnicos de apoyo.”* Colombia. 62 paginas

9. Niebel, B. y A. Freivalds. 2009. *“Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo.”* Duodécima edición. McGraw Hill, México. 586 paginas

10. Rey Francisco . 2001. *“Mantenimiento Total de la Producción”.* FC Editorial , España. 350 páginas.

11. Stengl Britta. Ematinger R. 2001. *“SAP R/3 plant maintenance: making it work for your business.”* SAP Press/Addison Wesley. 348 páginas.


X. APÉNDICE

Tabla No. 24 Fechas de cambio correctivo a strippers para maquina formadora de cuerpo durante el periodo de enero 2012 a abril 2012

Fecha	Cantidad
01/01/2012	1
05/01/2012	1
08/01/2012	1
18/01/2012	1
19/01/2012	1
28/01/2012	1
04/02/2012	1
11/02/2012	1
16/02/2012	1
20/02/2012	1
24/02/2012	1
28/02/2012	1
02/03/2012	1
08/03/2012	1
15/03/2012	1
19/03/2012	1
23/03/2012	1
28/03/2012	1
01/04/2012	1
06/04/2012	1
11/04/2012	1
18/04/2012	1
21/04/2012	1

Tabla No. 25 Fechas de cambio correctivo a strippers para maquina formadora de cuerpo durante el periodo de mayo 2012 a agosto 2012

Fecha	Cantidad
01/05/2012	1
07/05/2012	1
15/05/2012	1
20/05/2012	1
25/05/2012	1
31/05/2012	1
02/06/2012	1
06/06/2012	1
12/06/2012	1
19/06/2012	1
23/06/2012	1
26/06/2012	1
04/07/2012	1
12/07/2012	1
18/07/2012	1
24/07/2012	1
27/07/2012	1
03/08/2012	1
08/08/2012	1
12/08/2012	1
16/08/2012	1
24/08/2012	1

	SEGUIMIENTO A ORDENES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO GENERADAS EN SISTEMA SAP	CODIGO:	IN - PD - PD -015
		VERSION:	001
		FECHA:	15 DE FEBRERO 2012
		PAGINA:	0100 DE 04

. DOCUMENTOS RELACIONADOS:


- Control de Ordenes de Mantenimiento Preventivo y Predictivo Generadas en Sistema SAP FO - PD – PD - 055
- Listado de Mantenimientos Preventivos y Predictivos Programados en Sistema SAP. (FO – PD – PD – 056)

ASPECTOS RELACIONADOS A SALUD Y SEGURIDAD LABORAL:

Riesgo de salud y seguridad	Equipo de protección personal requerido
Vista Enfermedades ocupaciones	Pantallas de computadora que no sean LCD deben usar protectores de pantalla.

ASPECTOS RELACIONADOS A MEDIO AMBIENTE:

Riesgo ambiental	Medidas de conservación del medio ambiente
Generación de papel impreso	Reciclaje de papel impreso desechado, minimizar impresión de hojas.
Contaminación de suelo por sólidos desecho de cartuchos vacíos de tintas.	Recarga de cartuchos para su reutilización.

	SEGUIMIENTO A ORDENES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO GENERADAS EN SISTEMA SAP	CODIGO:	IN - PD - PD -015
		VERSION:	001
		FECHA:	15 DE FEBRERO 2012
		PAGINA:	02 DE 04

4. DEFINICIONES:

4.1 SAP: Plataforma tecnológica utilizada para planear, administrar y operar todas las actividades relacionadas a los mantenimientos preventivos y predictivos.

4.2 EQUIPO: Se refiere a la maquinaria utilizada en el área de producción para poder realizar el proceso de fabricación de bote de aluminio.

4.3 STATUS: Estado en que se encuentra la orden de mantenimiento.

4.4 IP30: Transacción dentro de sistema SAP que permite la supervisión de plazos para poder generar las ordenes de los planes de manteniendo con fecha próxima


4.5 IW32: Transacción que permite corregir o cambiar los datos contenidos en una orden de trabajo.

5. DESARROLLO:

A continuación se describe como se deberá de llenar el formato de seguimiento a órdenes de mantenimiento preventivo y predictivo generadas en SAP, esto con el fin de supervisar que la realización de los mantenimientos preventivos y predictivos sean hechos en tiempo y forma. Este formato se lleva en electrónico.

5.1 Control de Ordenes de Mantenimiento Preventivo y Predictivo Generadas en Sistema SAP (FO - PD - PD- 055)

5.1.1 La programación de las órdenes de mantenimiento preventivo y predictivo se realizan automáticamente en el Sistema SAP, mediante el uso de las siguientes transacciones: IP30 , IW32. Este formato se encuentra dividido por Equipo y por Mes, se maneja de forma digital.

	SEGUIMIENTO A ORDENES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO GENERADAS EN SISTEMA SAP	CODIGO:	IN - PD - PD -015
		VERSION:	001
		FECHA:	15 DE FEBRERO 2012
		PAGINA:	03 DE 04

5.1.3 En el titulo (EQUIPO y MES) colocar el nombre del equipo al cual hará referencia el formato de seguimiento de órdenes de mantenimiento preventivo y predictivo generadas en SAP.

5.1.4 En la columna SEMANA No. Colocar el número de la semana del mes dividiendo este en 4 semanas.


5.1.5 En la columna FECHA anotar el día/mes/año en el que está programada la realización de la orden de mantenimiento en el Sistema SAP.

5.1.6 En la columna MANTENIMIENTO anotar el nombre de la orden de mantenimiento que se generó en el Sistema SAP.

5.1.7 En la columna ORDEN No. anotar el número correlativo de la orden de mantenimiento que se generó en el Sistema SAP.

5.1.8 En la columna EQUIPO anotar el nombre de la maquina a la cual va dirigida la orden de mantenimiento.

5.1.9 En la columna STATUS se encuentra subdividida en 7 columnas las cuales se deben llenar con el color indicado, dependiendo del estado en que se encuentre la orden de mantenimiento.

	SEGUIMIENTO A ORDENES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO GENERADAS EN SISTEMA SAP	CODIGO:	IN - PD - PD -015
		VERSION:	001
		FECHA:	15 DE FEBRERO 2012
		PAGINA:	04 DE 04

Colores y significado

Impresa	Entregada a Coordinador	Asignada por Coordinador	Ejecutada/ Devuelta	Notificada y cerrada	Atrasada/ No entregada	Eliminada del Cálculo de Rendimiento
---------	-------------------------	--------------------------	------------------------	----------------------	---------------------------	--------------------------------------

Nota: El STATUS "asignado por coordinador" es llenado por el coordinador o jefe de área

5.1.10 En la columna TRIPULACIÓN se encuentra subdividida en 4 columnas las cuales se deben llenar con una "x" sobre la tripulación que realizó la orden de mantenimiento. Las tripulaciones pueden ser A, B, C y Mixto.

Nota: La TRIPULACION a la que se asigna la orden, debe ser llenada por el coordinador o jefe de área

5.1.11 En la columna FECHA se encuentra subdividida en 2 columnas que son ENTREGA y DEVUELTA. Debajo de la primera sub columna se debe anotar la fecha de entrega de la orden de mantenimiento y debajo de la segunda sub columna se debe anotar la fecha en la que se devolvió la orden de mantenimiento.

5.1.12 En la columna OBSERVACIONES se debe anotar cualquier información que sea significativa y esté relacionada a la orden de mantenimiento. En esta columna también se debe anotar la fecha de cualquier orden que se devuelve con retraso.

5.1.13 La calificación de la ejecución de las órdenes de mantenimiento se realiza de forma automática por parte de la hoja de cálculo al realizar los pasos 5.1.10 y 5.1.11.

La hoja de cálculo califica las órdenes de mantenimiento ejecutadas en tiempo y forma con (1) y las actividades que no se realizaron o se devuelven con retraso y/o sin firmas de supervisión con (0).

	REGISTRO DE MANTENIMIENTOS PROGRAMADOS EN SISTEMA SAP	CODIGO:	IN - PD - PD -016
		VERSION:	001
		FECHA:	15 DE FEBRERO 2012
		PAGINA:	0104 DE 0136

1. DOCUMENTOS RELACIONADOS:

- Solicitud de Creación, Modificación, Eliminación de Órdenes de Mantenimiento Preventivas o Predictivas Generadas en Sistema SAP (FO – PD – PD – 057)

- Listado de Mantenimientos Preventivos y Predictivos Programados en Sistema SAP. (FO – PD – PD – 056)

1. ASPECTOS RELACIONADOS A SALUD Y SEGURIDAD LABORAL:

RIESGO DE SALUD Y SEGURIDAD	EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL REQUERIDO
Vista Enfermedades ocupaciones	Pantallas de computadora que no sean LCD deben usar protectores de pantalla.

2. ASPECTOS RELACIONADOS A MEDIO AMBIENTE:

RIESGO AMBIENTAL	MEDIDAS DE CONSERVACION DEL MEDIO AMBIENTE
Generación de papel impreso Contaminación de suelo por sólidos desecho de cartuchos vacíos de tintas.	Reciclaje de papel impreso desechado, minimizar impresión de hojas. Recarga de cartuchos para su reutilización.

4 Definiciones:

4.1 SAP: Plataforma tecnológica utilizada para planear, administrar y operar todas las actividades relacionadas a los mantenimientos preventivos y predictivos.

4.2 EQUIPO: Se refiere a la maquinaria utilizada en el área de producción para poder realizar el proceso de fabricación de bote de aluminio.

	REGISTRO DE MANTENIMIENTOS PROGRAMADOS EN SISTEMA SAP	CODIGO:	IN - PD - PD -016
		VERSION:	001
		FECHA:	15 DE FEBRERO 2012
		PAGINA:	02 DE 0136

5 DESARROLLO:

A continuación se describe como se deberá de llenar el listado de mantenimientos preventivos y predictivos programados en sistema SAP, esto con el fin de registrar la creación, modificación eliminación de planes de mantenimiento dentro del sistema SAP. Este formato se lleva en electrónico.

6 Listado de Mantenimientos Preventivos y Predictivos Programados en Sistema SAP (FO - PD - PD- 056) Solicitud de Creación, Modificación, Eliminación de Ordenes de Mantenimiento Preventivas o Predictivas Generadas en Sistema SAP. (FO - PD - PD- 057)

5.1.1 En la columna No. EQUIPO se debe anotar el número del equipo asignado en el sistema SAP.

5.1.2 En la columna **EQUIPO** se debe anotar el nombre del equipo al cual hace referencia el plan de mantenimiento creado en el Sistema SAP.

5.1.3 En la columna PLAN MANTTO anotar el nombre del plan de mantenimiento con el cual fue programado en el Sistema SAP.

5.1.4 En la columna No. anotar el número del plan de mantenimiento que fue asignado por el Sistema SAP al momento de su creación.

5.1.5 En la columna Pto. Anotar el nombre del puesto de trabajo al cual va dirigida el plan de mantenimiento en el Sistema SAP.

5.1.6 En la columna No. Hruta anotar el número correlativo de la hoja de ruta que hace referencia al plan de mantenimiento. Este número de hoja de ruta es asignado por el Sistema SAP

	REGISTRO DE MANTENIMIENTOS PROGRAMADOS EN SISTEMA SAP	CODIGO:	IN - PD - PD -016
		VERSION:	001
		FECHA:	15 DE FEBRERO 2012
		PAGINA:	03 DE 0136

5.1.7 En la columna **ContHR** anotar el número de contenido dentro de la hoja de ruta que hace referencia al plan de mantenimiento.

5.1.8 En la columna **Estrategia** anotar la estrategia que se utiliza en el Sistema SAP para realizar la planificación de los mantenimientos

Figura No. 48 Diagrama de flujo de procedimiento de planificación de mantenimiento preventivo y predictivo parte 1


	PLANIFICACION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO	CODIGO:	PR - PD - PD - 002			
		VERSION:	001			
		FECHA:	11 DE JUNIO 2012			
		PAGINA:	01 DE 02			
1 OBJETIVO: Establecer los pasos a seguir para la planificación del mantenimiento preventivo y predictivo de la maquinaria del área de producción utilizando SAP						
2 ALCANCE: Todos los equipos dentro del área de producción						
3 ASPECTOS RELACIONADOS A SALUD Y SEGURIDAD LABORAL:						
RIESGOS DE SALUD Y SEGURIDAD		EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL REQUERIDO				
Enfermedades ocupacionales		Pantallas de computadora que no sean LCD debe usar protectores de pantalla.				
4 ASPECTOS RELACIONADOS A MEDIO AMBIENTE:						
ASPECTOS AMBIENTALES		MEDIDAS DE CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE				
Generación de papel impreso		Reciclaje de papel impreso desechado, minimizar impresión de hojas				
Contaminación de suelo por sólidos desechados		Recarga de cartuchos para su reutilización				
5 DOCUMENTOS RELACIONADOS:						
6 DEFINICIONES:						
6.1 SAP: Plataforma tecnológica utilizada para planear, administrar y operar todas las actividades relacionadas a los mantenimientos preventivos y predictivos						
7 DIAGRAMA DE FLUJO						
Responsable	Jefe de Front End	Analista de Mantenimiento	Líder de Mejora Continua	Gerente de Producción	Documentos	Descripción
Actividad						
						Inicio
Llenar hoja de solicitud y entregarla	□				FO - PD - PD - 057	Llenar hoja de solicitud de creación, modificación o eliminación de órdenes de mantenimiento preventivos o predictivos generada en Sistema SAP y entregarla a Analista de Mantenimiento.
Revisión de solicitud		□			-	Revisión de solicitud por parte de Analista de Mantenimiento
Toma de Decisión		SI NO			-	Toma de decisión por parte de Analista de Mantenimiento para proceder o negar la solicitud.
Notificar toma de decisión negativa		□			-	Notificar por parte del Analista de Mantenimiento al creador de la solicitud la decisión. Para que este pueda realizar los cambios necesarios.
Revisión de solicitud			□		-	Revisión de solicitud por parte de Líder de Mejora Continua.
Toma de Decisión			SI NO		-	Toma de decisión por parte de Líder de Mejora Continua para poder proceder con la solicitud.
Notificar toma de decisión negativa			□		-	Notificar a Analista de Mantenimiento. Para que este pueda notificar al creador de la solicitud.
Revisión de solicitud				□	-	Revisión de solicitud por parte de Gerente de Producción

Figura No. 50 Procedimiento de ejecución de mantenimiento preventivo











	EJECUCION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	CÓDIGO: VERSIÓN: FECHA: PAGINA:	PR - PD - PD - 003 001 11 DE JUNIO 2012 01 DE 02		
1 OBJETIVO: Establecer los pasos a seguir para la ejecución del mantenimiento preventivo de la maquinaria del área de producción					
2 ALCANCE: Todos los equipos dentro del área de producción					
3 ASPECTOS RELACIONADOS A SALUD Y SEGURIDAD LABORAL:					
RIESGOS DE SALUD Y SEGURIDAD		EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL REQUERIDO			
Enfermedades ocupacionales		Pantallas de computadora que no sean LCD debe usar protectores de pantalla.			
4 ASPECTOS RELACIONADOS A MEDIO AMBIENTE:					
ASPECTOS AMBIENTALES		MEDIDAS DE CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE			
Generación de papel impreso		Reciclaje de papel impreso desechado, minimizar impresión de hojas			
Contaminación de suelo por sólidos desecho de cartuchos vs		Recarga de cartuchos para su reutilización			
5 DOCUMENTOS RELACIONADOS:					
6 DEFINICIONES: 6.1 SAP: Plataforma tecnológica utilizada para planear, administrar y operar todas las actividades relacionadas a los mantenimientos preventivos y predictivos					
7 DIAGRAMA DE FLUJO					
Responsable	Ejecutor de Mantenimiento	Coordinador de Front End	Analista de Mantenimiento	Documentos	Descripción
Actividad					
Inicio					
Liberación de orden de mantenimiento				-	Transacción en SAP Iw32
Genera orden de mantenimiento				-	Transacción en SAP Iw38
Actualizar formato de seguimiento de ordenes				FO - PD - PD- 055	Se actualiza estatus de impresión y fecha de entrega al coordinador
Actualizar formato de seguimiento de ordenes				FO - PD - PD- 055	Se actualiza estatus de asignación de la orden de mantenimiento al ejecutor
Ejecuta orden de mantenimiento				-	Dar prioridad a las ordenes de mantenimiento que sean orientadas a la inocuidad. Después de realizar la orden de mantenimiento, verifique que el producto terminado quede libre de cualquier contaminante.
Verificar que los datos de la orden de mantenimiento sean correctos				-	Revisar que los datos de fecha, tiempo de realización de la orden de mantenimiento y firmas solicitadas de visto bueno estén completos
Cierre técnico				-	Transacción en SAP Iw38
Cierre comercial				-	Transacción en SAP Iw38. Colocar un sello que identifique la fecha de cierre de la orden de mantenimiento.
Actualizar formato de seguimiento de ordenes				FO - PD - PD- 055	Se actualiza estatus de cierre de la orden de mantenimiento
Fin				-	

Figura No. 51 Procedimiento de ejecución de mantenimiento predictivo

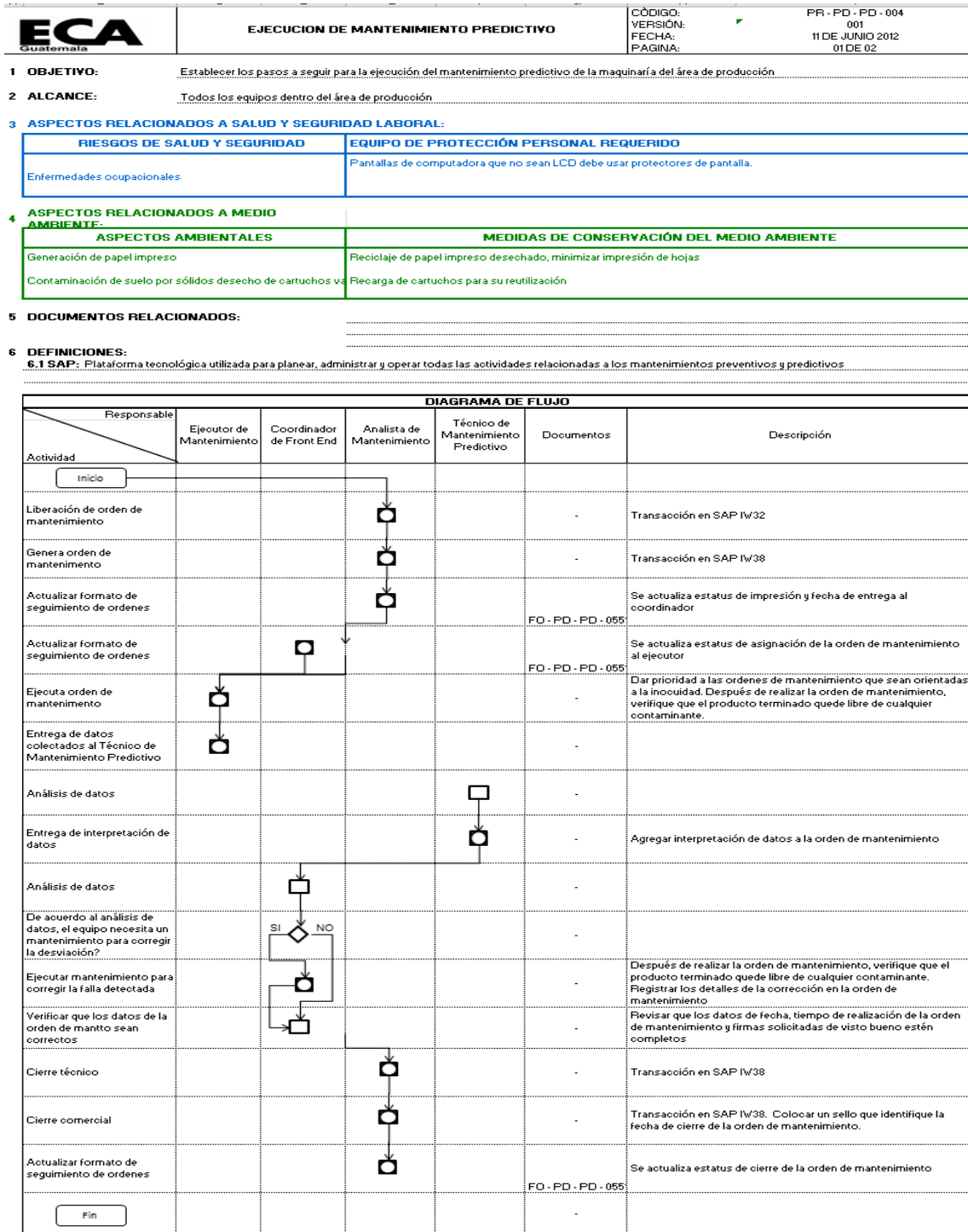


Figura No. 53 Formato listado de mantenimientos preventivos y predictivos programadas en sistema SAP


	LISTADO DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS Y PREDICTIVOS PROGRAMADOS EN SISTEMA SAP				CÓDIGO:	FO-PD-PD-056	
					VERSIÓN:	001	
					FECHA:	17 DE FEBRERO 2012	
					PAGINA:	01 DE 01	
ÁREA:							
No. Equipo	Equipo	Plan mantto	No.	Pto	No. Hruta	ContHR	Estrategia

Figura No. 54 Formato de solicitud de creación, modificación, eliminación de órdenes de mantenimiento preventivas o predictivas generadas en sistema SAP


	SOLICITUD DE CREACIÓN, MODIFICACIÓN, ELIMINACIÓN DE ORDENES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVAS O PREDICTIVAS GENERADAS EN SISTEMA SAP	CÓDIGO: FO - PD - PD - 057 VERSIÓN: 001 FECHA: 17 DE FEBRERO 2012 PÁGINA: 01 DE 01						
FECHA DE SOLICITUD: _____	TIPO DE ACCIÓN: <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center; width: 50px;"> <tr><td style="width: 15px; height: 15px;"> </td><td style="font-size: x-small;">Creación</td></tr> <tr><td style="width: 15px; height: 15px;"> </td><td style="font-size: x-small;">Modificación</td></tr> <tr><td style="width: 15px; height: 15px;"> </td><td style="font-size: x-small;">Eliminación</td></tr> </table>		Creación		Modificación		Eliminación	NOMBRE DE QUIEN ORIGINA LA SOLICITUD: _____ CODIGO: _____
	Creación							
	Modificación							
	Eliminación							
CREACIÓN DE ORDENES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVAS O PREDICTIVAS EN SAP								
COMPLETAR LOS SIGUIENTES DATOS SI EL TIPO DE ACCIÓN ES CREACIÓN:								
ÁREA: _____ MAQUINA: _____ FRECUENCIA PLAN DE MANTENIMIENTO (ESTRATEGIA): _____ DURACION DE REALIZACIÓN DE LA TAREA (HR): _____ PUESTO DE TRABAJO QUE REALIZARA LA ORDEN: _____								
ANEXAR A ESTA SOLICITUD: Listado de Materiales con sus respectivos Códigos SAP Instrucciones o Procedimientos necesarios para realizar la orden de mantenimiento								
MODIFICACIÓN DE ORDENES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVAS O PREDICTIVAS EN SAP								
COMPLETAR LOS SIGUIENTES DATOS SI EL TIPO DE ACCIÓN ES MODIFICACIÓN (INSTRUCCIÓN, MATERIALES, PUESTOS DE TRABAJO, DURACION TRABAJO, FECHAS):								
NO. EQUIPO EN SAP: _____ NO. PLAN DE MANTENIMIENTO EN SAP: _____ DESCRIPCIÓN _____ _____ _____								
ANEXAR A ESTA SOLICITUD FOTOCOPIA DE ORDEN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO E INDICAR CAMBIOS A REALIZAR EN LA MISMA.								
ELIMINACIÓN DE ORDENES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVAS O PREDICTIVAS EN SAP								
COMPLETAR LOS SIGUIENTES DATOS SI EL TIPO DE ACCIÓN ES ELIMINACIÓN:								
NO. EQUIPO EN SAP: _____ NO. PLAN DE MANTENIMIENTO: _____ RAZÓN: _____ _____ _____								
VALIDACION DE SOLICITUD								
FECHA: _____								
ACEPTADA <input type="checkbox"/>								
RECHAZADA <input type="checkbox"/> RAZÓN: _____								
_____ ANALISTA DE MANTENIMIENTO	_____ LIDER DE MEJORA CONTINUA	_____ GERENTE DE PRODUCCIÓN						
_____ EJECUTOR DE SOLICITUD								

Tabla No. 26 Análisis de peligros para el área de formado de bote

ETAPA DEL PROCESO	PELIGROS POTENCIALES Biológico (B) Físico (F) Químico (Q)	ORIGEN DEL PELIGRO	Riesgo posible (Probabilidad x Severidad)			Nivel Aceptable del Peligro en Producto Terminado	¿Es un peligro significativo?	¿Por qué? (Justifique la decisión tomada en la columna anterior)	¿Qué medidas de control pueden ser aplicadas para prevenir, eliminar o reducir el peligro detectado y cuál es el efecto sobre el peligro? ¿Cuál es su viabilidad para monitorearla?	P1. ¿La medida de control se aplica al 100% del producto?	P2. ¿La medida de control en esta etapa es diseñada para lograr la inocuidad del producto terminado?	P3. ¿Es la última etapa donde se elimina o reduce el peligro de inocuidad?	Si la Respuesta a las primeras 3 preguntas en esta medida de control es SI es un PCC Si una de las respuestas de las 3 preguntas anteriores es NO, esta medida de control es un PPR OP.	
			Probabilidad	Gravedad	Riesgo									
FORMADO Y RECORTADO DE BOTE	B	Presencia de microorganismos (Mohos y levaduras)	Combinación de lubricantes del proceso y soluble.	4	1	4	Ausente	NO	En etapa posterior existe un lavado del bote que elimina los residuos de aceite y lubricantes.	Mantenimientos preventivos a filtros de limpieza del lubricante	N/A	N/A	N/A	N/A
	F	Finos de Aluminio	Formado del Bote	4	1	4	Ausente	NO	En etapa posterior existe un lavado del bote que remueven los finos de aluminio.	Mantenimientos preventivos a filtros de limpieza del lubricante	N/A	N/A	N/A	N/A
	Q	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	En etapa posterior existe un lavado del bote que elimina los residuos de aceite y lubricantes.	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Figura No. 55 Orden de mantenimiento alineación de prensacopas pág. 1



DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
PLANTA 9100
ORDEN DE MANTENIMIENTO

Código	Fecha
9100R 751 31 08	11.10.2012

ORDEN

Número: 7643754
Fecha programada: 22.10.2012

Clase: OM02 Orden de Mantenimiento Preventivo
Prioridad:

AVISO

Número:
Fecha elaboración:

Persona que solicita:
Hora de elaboración: 00:00:00

EQUIPO

Número: 7733
Plan: 7380
Texto: Alineación de Prensacopas

Descripción: BODY MAKER # 46 MECÁNICO
Ubicación Técnica: PRODUCCION BOTES LINEA 1 FRONT END

ACTIVIDADES

Oper. Descripción	Pto Trabajo	Trabajo Real	Pto. Trabajo Real	No. Personas	Fecha Inicio	Hora Inicio	Fecha término	Hora término
0010	TMF							

Alineación de Prensacopas

() -----
 () TOMAR EN CUENTA LOS SIGUIENTES PUNTOS, ANTES DE COMENZAR
 () EL MANTENIMIENTO POR SU SEGURIDAD E INOCUIDAD DEL PRODUCTO

 () * SI LA TAREA REQUIERE UN PARO DE MAQUINA, ACTIVAR LOS
 () BOTONES DE PARO DE EMERGENCIA.
 () * NO UTILIZAR TRAPOS, CAMISAS CON MANGA LARGA O CHUMPA
 () AL TRABAJAR EN ESTA MAQUINA.

 () ADVERTENCIAS:
 () * CUIDADO ESTA MAQUINA OPERA EN MODO AUTOMATICO
 () Y ARRANCA EN CUALQUIER MOMENTO.
 () * CUIDADO EN ESTA MAQUINA SE MANEJA EQUIPO PESADO.
 () * CUIDADO EN ESTA MAQUINA EXISTE RIESGO DE PRENSADO.
 () * DESPUES DE REALIZAR LA ORDEN DE MANTENIMIENTO, VERIFIQUE
 () QUE EL PRODUCTO TERMINADO QUEDE LIBRE DE CUALQUIER
 () CONTAMINANTE.
 () -----

Alineación de Prensacopas

() 1. Parar la Body Maker a 275° para sacar herramienta
 () de estirado. Verificar la posición en el Display
 () (lado izquierdo) en la opción de Posición.

 () 2. Abrir la puerta de Tool Pack al estar posicionada la
 () Body Maker. Extraer los cartuchos de estirado. Aflojar el tornillo de
 7/16" que sujeta el Punzón al RAM. Extraer el Punzón.

 () 3. Con la herramienta de estirado fuera del alojamiento
 () del Tool Pack cerrar nuevamente la compuerta del alojamiento
 () del Tool Pack y mover la Body Maker de forma Manual para
 () posicionarla a 0°.

Figura No. 56 Orden de mantenimiento alineación de prensacopas pág. 2

- () 4. Abrir la compuerta de Tool Pack y limpiar Asientos de
 - () cuna, cara del plato, cara de prensa copas y diámetro exterior de prensa copas.
- () 5. Verificar que el neumático del yugo tenga mínimo 50 PSI,
 - () este se verifica en el segundo manómetro del panel neumático
 - () localizado en el lado operador y que en los neumáticos traseros
 - () hayan como mínimo 80 PSI, este se verifica en el manómetro
 - () ubicado en la parte trasera de la Body Maker del lado operador.
- () 6. Colocar el dispositivo cilíndrico sobre los asientos de la
 - () cuna, pegarlos hacia el plato de alojamiento del lado izquierdo
 - () del Tool Pack.
- () 7. Eliminar el bolsillo que se encuentre más cercanos a la
 - () salida del alojamiento del Tool Pack para evitar que este tope
 - () con la barra del dispositivo o ejerza fuerza sobre este y cause
 - () algún tipo de variación.
- () 8. Colocar la barra en el dispositivo para alineación. Colocar
 - () el comparador en la punta de la barra y asentar la punta del
 - () comparador sobre la cara del prensa copas dando una precarga de
 - () ¼ vuelta a la aguja del comparador.
- () 9. Anotar la lectura que aparece en la carátula del comparador
 - () de la alineación actual de la cara del prensa copas en un lugar
 - () visible.
- () 10. Afloja la barra del dispositivo para alineación y colocar la
 - () punta del comparador sobre el contorno del diámetro interno del
 - () prensa copas, sacar la lectura de la alineación de la
 - () concentricidad.
- () 11. Anotar las dos alineaciones actuales.
- () 12. Alinear si se encuentra la cara del prensa copas fuera de
 - () especificación (0.001").
- () 13. Verificar que la alineación lateral y vertical no sea mayor
 - () a 0.001"
- () 14. Al tener las alineaciones lo mas cercano a " 0 " y menor a
 - () 0.001" apretar los tornillos del prensa copas, estos poco a poco
 - () para que las alineaciones no se muevan.
- () 15. Verificar que los tornillos de alineación estén libres o no
 - () ejerzan presión sobre el anillo, para evitar que se desajuste la
 - () alineación.
- () 16. Apretar los tornillos del anillo.
- () 17. Extraer el dispositivo para la alineación a modo de dejar libre el
 - () alojamiento de Tool Pack, posicionar la Body Maker a 275°.
- () 18. Colocar la herramienta de estirado y arrancar la maquina.

PARO DE EQUIPO

Fecha inicio: _____
 Fecha término: _____

Hora inicio: _____
 Hora término: _____

Ejecutó _____

Vo.Bo. Mantenimiento _____

Vo.Bo. Producción _____

Figura No. 57 Orden de mantenimiento alineación de prensacopas Pág. 3

Nombre y firma	Nombre y firma	Nombre y Firma
Catálogo de fallas reales		
Código	Descripción	
Partes:		
<hr/>		
Causas:		
<hr/>		
Actividades:		
<hr/>		
Síntomas:		
<hr/>		
Notas generales		
<hr/>		
<hr/>		
<hr/>		

Figura No. 59 Orden de mantenimiento revisión de sobrecarrera de yugo pág. 2

Fecha término: _____

Hora término: _____

Ejecutó
Nombre y firma

Vo.Bo.Mantenimiento
Nombre y firma

Vo.Bo.Producción
Nombre y Firma

Catálogo de fallas reales

Código Descripción

Partes:

Causas:

Actividades:

Síntomas:

Notas generales
