



**unitec**<sup>®</sup>  
LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES<sup>®</sup>

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN**

**IMPLEMENTACION DE MANTENIMIENTO AUTONOMO EN LA  
PLANTA DE PLIHSA**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO**

**INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**PRESENTADO POR:**

**21311114 LUIS DAVID VASQUEZ ROSA**

**ASESOR: ING. DARWIN REYES HERNANDEZ**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA**

**FEBRERO 2018**

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A mis padres y hermana**

A lo largo de mi vida he tenido un apoyo incondicional y desinteresado por parte de tres personas por las cuales estoy eternamente agradecido con El Señor; el amor, motivación, apoyo no solo económico sino moral y sentimental han sido clave para poder seguir adelante con este capítulo que a pesar de los inconvenientes he podido sobrellevar con orgullo y honra no solo mía sino de mi familia y sobretodo del Dios que está en los cielos.

### **A mis seres queridos**

A todas esas personas que me han dado su mano para seguir adelante en este largo y complicado camino, que hasta cierto punto se volvió más ameno con personas que se volvieron parte de mi vida e incluso más que amigos, a esa persona que vino a alegrar mis días más difíciles y llenarme de ganas para seguir adelante. Simplemente agradecido por todos los que han confiado en mí y me han dado la oportunidad de ser su amigo y ayudarnos mutuamente.

### **A mis maestros**

La escuela, el colegio y la universidad no solo ha puesto maestros sino ejemplos de vida para entender que el camino es largo y confuso pero siempre habrá personas que estarán allí para guiar nuestro sendero, agradezco la paciencia, atención, pasión y sabiduría compartida para conmigo no solo a mis maestros sino a aquel me ha librado de mi ignorancia que día a día se reduce gracias a ustedes: jefes, compañeros, amigos, conocidos, catedráticos, familiares y todo aquel que me ha enseñado a vivir como una mejor persona todos los días.

# INDICE

I. GLOSARIO	1
II. INTRODUCCIÓN	2
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
3.1 Antecedentes .....	5
3.2 Definición del problema.....	6
3.3 Preguntas de investigación.....	6
2.4 Objetivos.....	7
2.4.1 Objetivo general .....	7
2.4.2 Objetivos específicos.....	7
2.5 Justificación.....	8
IV. MARCO TEORICO	9
4.1 Metodología.....	9
Actividades a realizar .....	10
3.2 Mantenimiento Productivo Total .....	10
3.3 OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los equipos) ..	13
3.4 Las seis grandes pérdidas del TPM .....	14
3.5 Pilares del TPM .....	16
3.6 LA IMPORTANCIA DE 5'S EN LA APLICACIÓN DEL TPM.....	17
3.6.1 SEIRI (ORGANIZAR O CLASIFICAR).....	17
3.6.2 SEITON (ORDENAR).....	18
3.6.3 SEISO (LIMPIAR) .....	19
3.6.4 SEIKETSU (ESTANDARIZAR) .....	19

3.6.5 SHITSUKE (DISCIPLINA).....	20
3.7 BENEFICIOS Y BARRERAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL TPM.....	22
3.7.1 Calidad Mejorada .....	22
3.7.2 Productividad Mejorada.....	22
3.7.3 Mejora en Entregas.....	23
3.7.4 Mejora la satisfacción de los miembros del equipo de trabajo.....	23
3.8 BENEFICIOS ECONÓMICOS EN LA APLICACIÓN DEL TPM .....	23
V. METODOLOGIA .....	29
5.1 Variables Independientes .....	29
5.2 Variables dependientes.....	29
5.3 Enfoque y método.....	30
VI. ANALISIS Y RESULTADOS .....	33
VII. BIBLIOGRAFÍA .....	48

## **INDICE DE ILUSTRACIONES**

Figura 1. Diagrama de TPM. (Cruz, 2016).....	12
Figura 2. Análisis de pérdidas. (SEAS, 2015).....	16
Figura 3. Pilares Básicos del TPM (SEAS, 2015) .....	17
Figura 4. Diagrama de flujo SEIRI (Navarro, Pastor, & Mugaburu, 1997).....	18
Figura 5. Ejemplo de Seiton (Pérez, 2015).....	19
Figura 6. CVS 300 en acción Fuente. Sacmi, 2017 .....	26
Figura 7. Moldeadora SACMI PMC300 Fuente. Sacmi, 2009.....	27
Figura 8. HAITIAN MARS II SERIES Fuente. Haitian, 2017.....	28

Figura 9. Rotulación de manómetros.....	53
Figura 10. Señalización de área de moldes e inyección.....	53
Figura 11. Tarjeta roja para equipo en desuso .....	54
Figura 12. Tarjetas de bloqueo personal para la planta.....	55
Figura 13. Listado de motores de área de la planta .....	55
Figura 14. Instrucción técnica para cambio de molde.....	56

# I. Introducción

Pilar Mantenimiento Planificado (s. f.) dice: "El mantenimiento progresivo es uno de los pilares más importantes en la búsqueda de beneficios en una organización industrial."

En la actualidad Plásticos Industriales Hondureños S.A. (PLIHSA) está haciendo una reestructuración en sus pilares para cumplir con el TPM (Mantenimiento Productivo Total) debido a que antes se trabajaba bajo los estándares de SAB MILLER, debido a la compra de SAB MILLER por parte de AB InBev ahora los estándares de mantenimiento deben cumplir los ocho pilares para poder satisfacer las normas impuestas por sus dueños.

Según (Calle, 2017), "Debemos saber que TPM involucra a toda el área de operaciones, esto quiere decir que ningún Gerente de Mantenimiento solo con su área puede pensar que va implementar TPM, no podría aplicarse mantenimiento autónomo."

Sabiendo que el TPM incluye a toda la planta de operación el proyecto por parte de PLIHSA consiste en aplicar todos los pilares y dejar un sistema de mantenimiento autónomo para hacer más eficientes y ordenados los procesos de mantenimiento.

El proyecto va a empezar a generar conciencia a cada operador, supervisor y gerente para que el mantenimiento no se convierta en una sala de emergencias si no en un proceso de orden y calidad de operación.

Se debe realizar documentación personal para cada máquina, en esta fase del proyecto se tomarán tres máquinas para generar todos los procesos operativos y hacer que cualquier persona con conocimientos generales pueda ser un operador con capacidades de producción en máquinas y resolución de problemas sin

necesidad de acudir a especialistas y con esto se le va a dar más valor a los activos más importantes de la empresa: Su personal y las máquinas.

## II. Glosario

**CALIDAD:** relación entre la cantidad de producción de buena calidad y la producción total. Este indicador se ve afectado por los rechazos o producción defectuosa o porque no satisfacen las especificaciones de calidad.

**DESCOMPOSTURA:** falla que da como resultado la falta de disponibilidad de la máquina.

**DESEMPEÑO:** velocidad de producción real de un equipo comparada con la ideal o de diseño. Se ve disminuida por las paradas cortas, para corregir defectos en el flujo o por marchas en vacío o para desatascar.

**DESPERFECTO:** desviación inesperada con respecto a los requerimientos y justifica una acción correctiva.

**DISPONIBILIDAD:** tiempo total durante el cual el equipo está operando satisfactoriamente, más el tiempo que estando en receso, puede trabajar sin contratiempos durante un período.

**ESPECIFICACIÓN DEL TRABAJO:** documento que describe la forma en que se debe realizar el trabajo. Puede definir materiales, herramientas, estándares de tiempo y procedimientos.

**FACTIBILIDAD DEL MANTENIMIENTO:** capacidad del equipo, bajo condiciones establecidas de uso, para conservarse o ser reparado y que quede en un estado en el que pueda realizar la función requerida, cuando el mantenimiento se realiza bajo condiciones establecidas y empleando procedimientos y recursos prescritos.

**FALLA:** disminución o terminación de la capacidad de un equipo para cumplir la función requerida.

**INSPECCIÓN:** actividad sistemática de verificación periódica de las máquinas, que sirve para detectar condiciones que puedan causar la interrupción de su funcionamiento o deterioro excesivo.

**INTERRUPCIÓN FORZADA:** interrupción del funcionamiento de una máquina, debido a una falla no detectada.

**MANTENIMIENTO:** combinación de todas las acciones técnicas y acciones asociadas mediante las cuales una máquina o sistema se conserva o repara para que pueda realizar sus funciones específicas.

**MANTENIMIENTO CORRECTIVO:** mantenimiento que se lleva a cabo después de que ocurre una falla y que pretende restablecer el equipo a un estado en el que pueda realizar la función requerida.

**MANTENIMIENTO DE EMERGENCIA:** mantenimiento requerido para evitar consecuencias serias como pérdida del tiempo de producción y condiciones inseguras.

**MANTENIMIENTO EN OPERACIÓN:** mantenimiento que puede realizarse mientras el equipo está en servicio.

**MANTENIMIENTO EN PARO:** mantenimiento que sólo puede hacerse cuando el equipo está fuera de servicio.

**MANTENIMIENTO PLANEADO:** mantenimiento organizado y realizado con premeditación, control y el uso de registros para cumplir con un plan predeterminado.

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO:** mantenimiento realizado a intervalos predeterminados con la intención de minimizar la probabilidad de fallas o la degradación de funcionamiento del equipo.



**MODIFICACIÓN:** alteración de la configuración o diseño original de partes de un equipo o estructura o cambio material con miras a reducir el costo y aumentar la eficiencia.

**ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO:** instrucción por escrito que especifica el trabajo de mantenimiento que debe realizarse, incluyendo detalles sobre materiales, herramientas y requerimientos de personal, entre otros.

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO:** lista completa de las tareas de mantenimiento requeridas para cada una de las máquinas de una empresa, que incluye los intervalos con que debe realizarse el mantenimiento.

**REPARACIONES:** restauración o reemplazo de las partes defectuosas o gastadas, identificadas ya sea por inspecciones o por interrupciones de la operación, para ponerlas en buenas condiciones de funcionamiento.

**REPARACIÓN GENERAL:** examen completo y restablecimiento del equipo, o una parte importante del mismo a una condición aceptable.

**RESTABLECIMIENTO:** acciones de mantenimiento con la intención de regresar al equipo a sus condiciones originales.

### **III. Planteamiento del problema**

#### **3.1 Antecedentes**

Plásticos Industriales Hondureños S.A (PLIHSA), cuenta con una línea de barniz para placas de acero de 17 mm, otra línea de pintura, luego las placas pasan a dos líneas de troquelado para dar forma a la tapa corona que envían la tapa a embozadoras para dar forma al anillo que se pone en la botella y por último las moldeadoras que aplican el sello plástico para la hermeticidad de la tapa junto con el empaquetado manual. También en PLIHSA se producen más productos hay 7 máquinas inyectoras de diferentes marcas que sirven para dar productos plásticos de diferente categoría como: sillas, cubetas, tapas para cubeta, cajas para refresco de diferentes presentaciones, cajas agrícolas y canastas industriales. Otro producto por parte de la empresa es concentrado de banana y uva para la marca tropical de Coca-Cola y el último producto que se produce en la compañía son sustancias de limpieza para industria por medio de una máquina que realiza una electrolisis con salmuera.

Los personales trabajan de forma tosca con las máquinas a disposición y el proceso del producto se lleva a cabo con metodología anticuada y poco eficiente, lo que está causando inconvenientes a los activos debido a la falta de mantenimiento, uso inapropiado y desorganización. También se están presentando muchos atentados a la salud de los operadores y técnicos por área de condiciones y acciones inseguras al momento de realizar trabajos.

(AB InBev-Política-Global-de-Derechos-Humanos.pdf, s. f., p. 7) Ab InBev dice: "Estamos comprometidos en fomentar y mantener un lugar de trabajo seguro para todos los empleados, y en proteger a los empleados, visitantes y activos con sistemas de seguridad, medidas, y procedimientos razonables y responsables en todas las instalaciones y eventos".

### **3.2 Definición del problema**

Las líneas de la compañía no están produciendo de manera óptima debido a la cantidad de paros que se producen en las maquinas causados por problemas que tienen raíz en la falta de mantenimiento, la incultura de los operadores provoca que una pequeña resolución de problemas se convierta en un paro de varias horas si el técnico no está o tiene más actividades pendientes. También no hay una transmisión de conocimientos por parte de los técnicos y supervisores hacia los operadores para estos casos en los cuales alguien con herramientas de solución rápida se podría evitar horas de paros y aumentar la vida útil de los activos de la empresa.

El problema se está presentando en las áreas de producción de coronas y el área de inyección provocando reparaciones innecesarias que se pudieron haber controlado con organización en el mantenimiento preventivo y predictivo y otros que pudieron haberse hecho de manera más eficaz.

### **3.3 Preguntas de investigación**

¿Cómo mejorar la competencia de los operadores de máquina?

¿Cómo mejorar los procesos de reparación en las máquinas?

¿Cómo evitar que las máquinas fallen de manera tan reincidente?

¿Cómo mejorar la seguridad de la planta?

## **2.4 Objetivos**

(Souza & Otrocki, 2016, p. 3) Explica que el objetivo general es una especie de encabezado donde se explica la acción total que se llevará a cabo para responder a la o las preguntas de investigación y no puede exceder lo contenido en ella. Si bien la complejidad de algunas investigaciones amerita la formulación de más de un objetivo general, la experiencia nos indica que lo más recomendable es hacer el esfuerzo por construir un solo objetivo general.

### **2.4.1 Objetivo general**

Diseñar un plan de mantenimiento autónomo para el funcionamiento de la planta y el uso de los activos de la empresa.

### **2.4.2 Objetivos específicos**

- Designar empoderamiento de máquina a cada operador por medio de actividades y documentos que faciliten la manera de resolver problemas.
- Establecer manuales operativos para que el conocimiento específico de los supervisores y técnicos pueda ser estudiado por operadores y empleados nuevos.
- Definir un sistema de mantenimiento autónomo para que aumente la vida útil de los activos de PLIHSA.
- Operacionalizar las 5's +1 a cada área y máquina de la empresa para que la eficiencia general de equipo incremente.

## **2.5 Justificación**

García, 2004 dice: "A partir de la Primera Guerra Mundial y, sobre todo, de la Segunda, aparece el concepto de fiabilidad, y los departamentos de mantenimiento buscan no sólo solucionar las fallas que se producen en los equipos, sino, sobre todo, prevenirlas, actuar para que no se produzcan." (p. 1)

El motivo por el cual se va a realizar este fortalecimiento en el pilar de mantenimiento es para aumentar la confiabilidad de las máquinas con el mismo costo de mantenimiento que se tiene, también mejorar las capacidades del personal de trabajo y generar un ambiente seguro para todos en la planta haciendo a PLIHSA una compañía de calidad mundial.

## IV. MARCO TEORICO

### 4.1 Metodología

El proyecto se desarrolla con el fin de proponer la implementación de mantenimiento autónomo en donde las partes (Empresa y empleado) contribuyen al desarrollo de la propuesta.

Para la realización de dicho proyecto se adoptará la siguiente metodología de TPM enfocada solo al pilar de mantenimiento autónomo:

**Primera etapa:** Evaluación de estado actual del pilar de mantenimiento.

**Segunda etapa:** Lanzamiento de campaña educacional.

**Tercera etapa:** Aplicar 5's +1 en las máquinas.

**Cuarta etapa:** Creación y divulgación de estándares de mantenimiento autónomo.

**Quinta etapa:** Evaluar conocimientos.

**Sexta etapa:** Creación e implementación de indicadores.

**Séptima etapa:** Seguimiento del programa a través de auditorías.

Tabla 1. Actividades a realizar.

<b>Actividades a realizar</b>	
1.	Evaluación del pilar de mantenimiento actual
2.	Capacitación introductoria al TPM
3.	Capacitaciones técnicas
4.	Capacitaciones de herramientas, solución de problemas y análisis de fallas.
5.	Capacitación OPL's
6.	Evaluación TPM
7.	Implementación de estándares (limpieza, inspección y lubricación).
8.	Implementación de estándares y medición de indicadores.
9.	Auditoria TPM.

Fuente. Elaboración propia. 2017

### **3.2 Mantenimiento Productivo Total**

El TPM es una metodología de mejora que busca optimizar la eficiencia global de los equipos, minimizando la no disponibilidad de la maquinaria y mejorando su rendimiento y calidad.

Según Tavares,(2000) "El Mantenimiento Productivo Total "TPM", en inglés "Total Productive Maintenance", es una estrategia o sistema industrial japonés desarrollado principalmente en la década de los 70's surge por la necesidad de mejorar los productos y servicios en las empresas, promoviendo la interacción del operario, la máquina y la compañía". (p. 99)

El TPM busca la integración de todo el personal de la compañía con el propósito de obtener una mejora en el proceso de producción a través de la eliminación de

pérdidas, buscando aumentar la productividad del personal, de los equipos y de la planta en general.

(Laverde, 2008, p. 2) nos explica "El TPM se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que previene todas las pérdidas en todas las operaciones de las empresas. Esto incluye cero accidentes, cero defectos y cero fallos en todo el ciclo de vida del sistema productivo. Se aplica en todos los sectores incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos. Se apoya en la participación de todos los integrantes de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos. La obtención de cero pérdidas se logra a través del trabajo de pequeños equipos".

A continuación, se describen las características propias del TPM según Laverde (2008) que sirven como complemento a la definición dada por JIPM (Japan Institute of plant maintenance):

- Apunta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficacia de los sistemas de producción (mejora de la eficiencia global de la operación).
- Crea un sistema para prevenir la presencia de todo tipo de pérdidas en la línea productiva y se centra en el producto final. Esto incluye los sistemas para lograr las metas de "cero accidentes, cero defectos, y cero averías" en todo el ciclo de vida del sistema de producción.
- Se aplica en todos los sectores, incluyendo producción, desarrollo, y departamentos administrativos.
- Se fundamenta en la participación de todos los integrantes de la empresa, los cuales actúan en forma alineada.
- Permite eliminar las pérdidas a través de las actividades de mejora que se realizan en pequeños equipos de trabajadores.



Entonces quiere decir que se cambia la idea del empleado de “yo opero, tú arreglas” a “yo soy responsable de mi propio equipo”, dándole más compromiso al empleado y una relación directa operario-máquina que permite bajar índices de tiempos de mantenimiento y defectos en el producto final.

La palabra TOTAL del “Mantenimiento Productivo Total” para Seiichi Nakajima, tiene tres significados relacionado con características del TPM:

1. Eficacia Total: Busca la eficiencia económica y rentabilidad.
2. Mantenimiento Total: Es la prevención del mantenimiento, mejorar la facilidad del mantenimiento y mantenimiento preventivo.
3. Participación Total: La participación de todos los empleados o pequeños grupos en cada departamento a cada nivel.

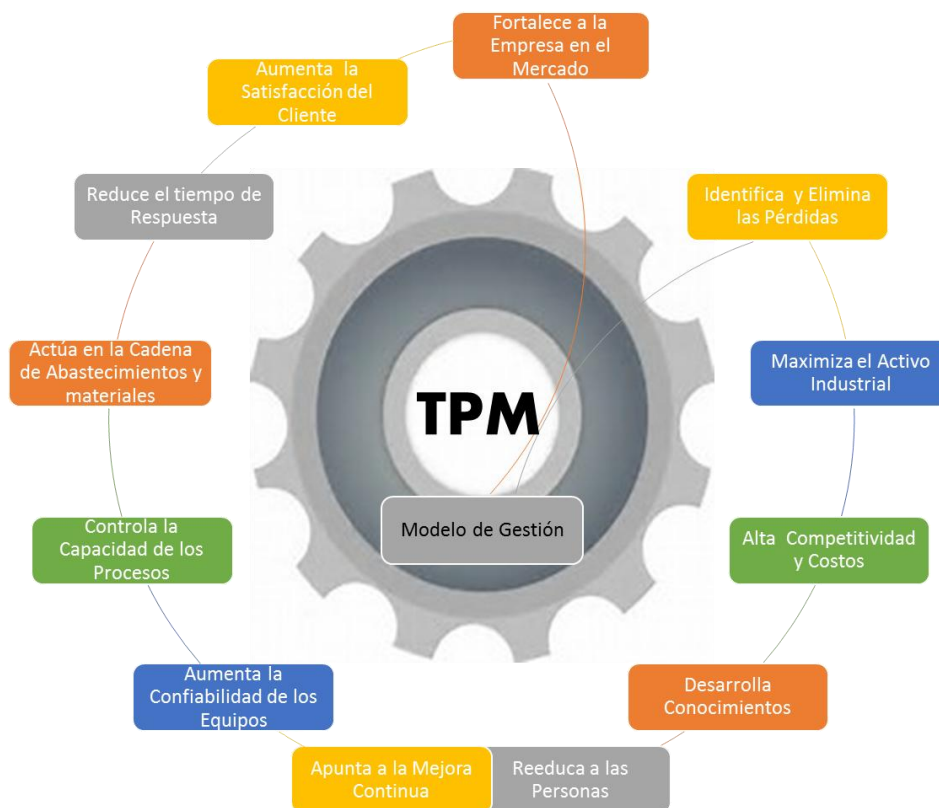


Figura 1. Diagrama de TPM. (Cruz, 2016)

### 3.3 OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los equipos)

Este indicador mide la eficiencia productiva de la maquinaria involucrando factores como: la disponibilidad, rendimiento y calidad. El OEE ayuda a orientar el tipo de acciones que se deben tomar dentro de las organizaciones en la aplicación del TPM y a conocer la eficiencia real de los equipos.

**OEE = Disponibilidad \* Tasa de rendimiento \* Tasa de Calidad**

$$\text{Disponibilidad (tasa de operación)} = \frac{\text{Tiempo de carga} - \text{Tiempo de paradas}}{\text{Tiempo de carga}}$$

$$\text{Tasa de rendimiento} = \frac{\text{Cantidad total (Input)}}{\text{Tiempo de ciclo ideal} * \text{Output}}$$

$$\text{Tasa de calidad} = \frac{\text{Cantidad de productos aceptables}}{\text{Cantidad total (Input)}}$$

Fuente. (OEE Industry Standar, 2017)

A continuación, la definición de las variables involucradas:

**Tiempo de Carga:** Es la disponibilidad neta de un equipo en un tiempo determinado, es decir el tiempo total disponible menos el tiempo muerto planificado o necesario.

**Tiempo de paradas:** Es la suma de los tiempos de paradas que suceden en un periodo determinado que no estaba planificado producir (festivos, almuerzos, mantenimientos, etc.).

**Output:** Total de piezas producidas en un periodo determinado.

**Tiempo de Ciclo Ideal:** Es el mínimo tiempo de un ciclo en el que se espera que el proceso transcurra en circunstancias óptimas.

**Tiempo de Operación:** Es la capacidad de la máquina. Se denomina también capacidad máxima u óptima equivalente también a rendimiento total.

**Cantidad de productos aceptables:** Es el número de unidades conformes, buenas o no rechazadas de un proceso determinado.

**Cantidad total (Input):** Es el número total de piezas que salieron en un proceso determinado ya sea aceptable o no aceptable.

### **3.4 Las seis grandes pérdidas del TPM**

Aumentar la eficiencia del equipo y mantenerlo en óptimas condiciones es una de las metas fundamentales del TPM, para lograrlo es necesario aproximarse a cero defectos y cero averías que se consigue eliminando las seis grandes pérdidas que limitan la eficiencia del equipo, las cuales se describen a continuación:

**3.4.1 PÉRDIDAS POR AVERÍAS;** Estas averías presentan dos tipos de pérdidas, de tiempo y de cantidad, este último causado por productos defectuosos. Las averías esporádicas son generalmente fallos repentinos inesperados del equipo que son obvias y fáciles de corregir, por otro lado, las averías menores crónicas son a menudo descuidadas e ignoradas por su difícil solución.

**3.4.2 PÉRDIDAS DE PREPARACIÓN Y AJUSTE;** Son las pérdidas que se presentan al ajustar la máquina para un mejor rendimiento de ésta y al prepararla al inicio del trabajo. Existen dos tipos de preparación y como tal tienen estrategias diferentes para atacarlas: • Preparación Interna: Es cuando las preparaciones se deben hacer mientras la máquina está parada, se debe reducir al máximo este tiempo.

• Preparación externa: Es cuando las operaciones pueden realizarse mientras el equipo está en funcionamiento.

**3.4.3 INACTIVIDAD Y PERIDIDAS DE PARADAS MENORES;** Son pequeñas paradas interrumpidas por un mal funcionamiento temporal o cuando la máquina está inactiva. Este tipo de problema causa generalmente un efecto sobre la eficiencia del equipo y es común cuando están implicados procesos automatizados con robots y cintas transportadoras.

**3.4.4 PÉRDIDAS DE VELOCIDAD REDUCIDA;** Son las diferencias entre la velocidad diseñada para el equipo y la velocidad real operativa y el propósito es reducir esa diferencia al máximo. La velocidad inferior a la ideal por diseño se puede presentar por problemas mecánicos y calidad defectuosa, problemas antecedentes, por temor al abusar del equipo o sobrecargarlo.

**3.4.5 DEFECTOS DE CALIDAD Y REPETICIÓN DE TRABAJO;** Estas pérdidas son causadas por el mal funcionamiento del equipo de producción y se dan por la fabricación de productos defectuosos que obligan a un reproceso. Por lo general los defectos en calidad son problemas crónicos que no son fáciles de detectar, por eso es necesario hacer un estudio a profundidad de conocimiento de la máquina y de la operación que ésta maneja.

**3.4.6 PÉRDIDAS DE PUESTA EN MARCHA;** Son las pérdidas de rendimiento que se ocasionan durante las fases iniciales de producción desde la puesta en marcha de la máquina hasta su estabilización. El nivel de pérdidas varía con el grado de estabilidad de las condiciones del proceso y depende entre otras cosas del nivel de mantenimiento del equipo, habilidades técnicas del operador, planillas y matrices.



Figura 2. Análisis de pérdidas. (SEAS, 2015)

### 3.5 Pilares del TPM

Los pilares del TPM son los procesos fundamentales del desarrollo de esta herramienta y son propuestos por el Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas JIPM, los cuales surgieron a partir de la investigación de muchos años de esta organización en el área de mantenimiento. Cada uno de los pilares que se exponen a continuación cumplen una función específica y se interrelacionan entre sí, mostrando de esta forma los pasos a desarrollar por una organización para tener éxito con la aplicación del TPM.

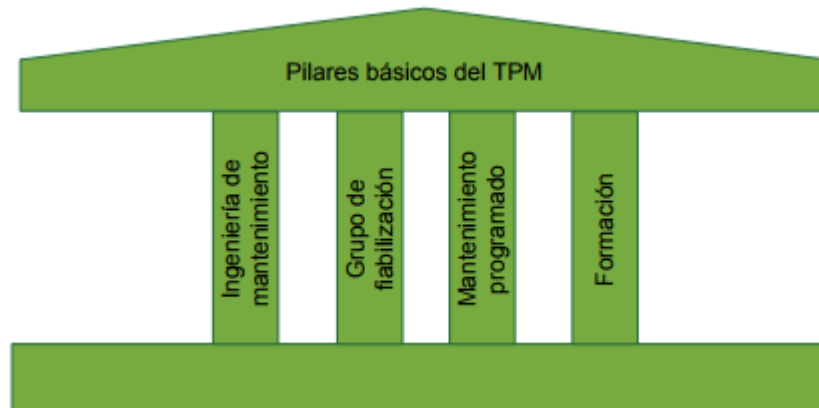


Figura 3. Pilares Básicos del TPM (SEAS, 2015)

### 3.6 LA IMPORTANCIA DE 5'S EN LA APLICACIÓN DEL TPM

(Laverde, 2008) manifestó la importancia de la aplicación de la estrategia 5's previa a la implementación de cualquier proceso de mejoramiento continuo entre los que se encuentra el TPM, donde se busca disciplina y orden en los empleados e instalaciones de la organización. También es importante la implementación de 5s ya que si los empleados han aplicado con éxito esta estrategia es muy probable que también se pueda tener éxito con la implementación del TPM.

5's fue una estrategia desarrollada a principios de los años ochenta basadas en cinco palabras japonesas que comienzan por "S" (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke) que buscan la calidad total en el ambiente de trabajo. El propósito de esta cultura organizacional es crear un entorno de responsabilidad con los recursos, una cultura de mejora permanente y de comportamiento disciplinado. A continuación, se presenta la traducción más utilizada en el idioma español y su definición:

#### 3.6.1 SEIRI (ORGANIZAR O CLASIFICAR)

Es arreglar o separar los objetos que no se necesitan en el lugar de trabajo y pueden causar pérdidas de tiempo, defectos, errores y un aumento de riesgo de accidentes.

Al iniciar el desecho de los elementos que no son del área de trabajo, las personas tienden a dejar objetos innecesarios, pensando que pueden ser utilizados en el futuro, estos tienden a estorbar y a acumularse en las áreas afectando la producción del día a día y acumulando espacio en forma incorrecta.



Figura 4. Diagrama de flujo SEIRI (Navarro, Pastor, & Mugaburu, 1997)

### 3.6.2 SEITON (ORDENAR)

Es colocar los elementos necesarios en un lugar establecido marcándolos y delimitando cada objeto para persona que los necesite sepa dónde y cómo ubicarlos. Esta práctica permite crear un pensamiento visual en las empresas ya que aporta disciplina para marcar, codificar y etiquetar los elementos con el fin de que cualquier operario pueda acceder a ellos, de modo que puedan encontrarse, retirarse y dejarse en un sitio fácilmente.

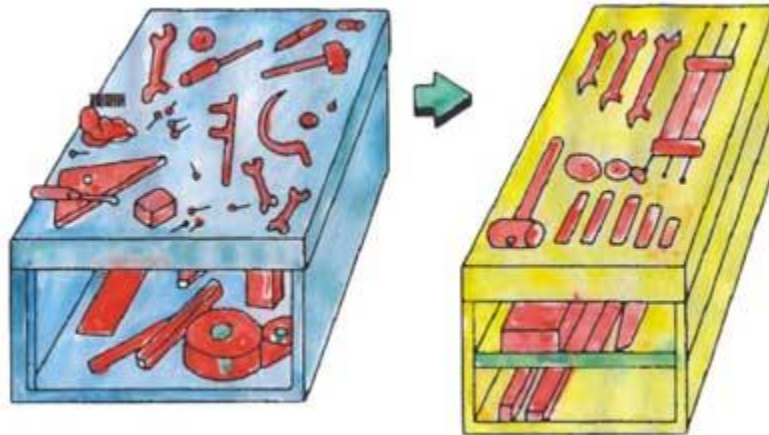


Figura 5. Ejemplo de Seiton (Pérez, 2015)

### 3.6.3 SEISO (LIMPIAR)

Es eliminar polvo, residuos, limpiar la maquinaria, y en general tener todo en forma aseada. En general en la industria la limpieza está relacionada con la calidad y con la eliminación de la contaminación en general.

Las metas que se deben alcanzar con la limpieza tienen tres categorías:

- Elementos de almacén: Son los materiales en bruto, piezas en proceso o terminadas, componentes y cualquier tipo de materia prima.
- El equipo: Incluye máquinas, herramientas generales, útiles, mesas de trabajo, carros, equipos de oficina, repuestos, etc.
- El espacio: Es el área de trabajo, suelos, paredes, techos, ventanas, cuartos y cualquier otra locación que esté en una empresa.

Es necesario que se designe un tiempo determinado para desarrollar las actividades de limpieza para que se tenga en cuenta como una operación obligatoria dentro del proceso de producción y así ser más fácilmente asimilado por los operarios.

### 3.6.4 SEIKETSU (ESTANDARIZAR)

Es mantener los tres anteriores estándares (Organización, orden y limpieza). Lo que se pretende con esta etapa es generar el hábito de mantener los tres pasos anteriores



de tal forma que cada empleado tome una cultura de actuación, es decir que lo haga constantemente.

Sin la estandarización no es posible alcanzar con éxito el propósito final de 5's de mentalizar a las personas de la necesidad de mantener las áreas de trabajo en un estado organizado por iniciativa propia de los empleados.

### **3.6.5 SHITSUKE (DISCIPLINA)**

López (2001) dice: "La disciplina está relacionada con el hábito de mantener correctamente los procedimientos apropiados. Esta es necesaria para asegurar que la práctica de las cuatro "S" iniciales, se mantenga a través del tiempo"

La disciplina es fundamental para que la organización en general encuentre el éxito en la aplicación de 5's porque hace responsable a cada operario de estas acciones, generando automotivación en cada uno de ellos.

Tabla 2. Resumen de las 5's

Palabra en japonés	Traducción	Beneficios
SEIRI	ORGANIZAR O CLASIFICAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuir la interrupción en el flujo de producción.</li> <li>• Tiempos de respuesta más rápidos.</li> <li>• Liberar espacio Físico.</li> <li>• Disminuir defectos.</li> <li>• Gestión con Stocks reducidos.</li> <li>• Crear áreas de trabajo seguras.</li> <li>• Disminuir los factores de riesgo.</li> <li>• Mejorar la responsabilidad y compromiso.</li> </ul>
SEITON	ORDENAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminar accidentes causados por elementos dejados en sitios en los cuales no deben estar.</li> <li>• Disminuir la probabilidad de incurrir en un error al tratar de ubicar un elemento.</li> <li>• Crear una Cultura o pensamiento visual que ayude a establecer y actuar con base a estándares y señales visibles utilizadas para la ubicación de elementos.</li> </ul>
SEISO	LIMPIAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de la vida útil del equipo e instalaciones.</li> <li>• Menos probabilidad de contraer enfermedades.</li> <li>• Menos accidentes.</li> <li>• Mejor aspecto.</li> <li>• Ayuda a evitar mayores daños a la ecología.</li> </ul>
SEIKETSU	ESTANDARIZAR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se guarda el conocimiento producido durante años.</li> <li>• Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.</li> <li>• Los operarios aprenden a conocer con profundidad el equipo y elementos de trabajo.</li> <li>• Se evitan errores de limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios.</li> </ul>
SHITSUKE	DISCIPLINA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se evitan reprimendas y sanciones.</li> <li>• Mejora la eficacia de los operarios.</li> <li>• El personal es más apreciado por los jefes y compañeros.</li> <li>• Mejora nuestra imagen.</li> </ul>

Fuente. Elaboración propia. 2017

## **3.7 BENEFICIOS Y BARRERAS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL TPM**

Existen múltiples beneficios que genera el TPM, no solo en las organizaciones, con el aumento en la productividad y las ganancias económicas, sino también en los operarios que hacen parte de ellas con el crecimiento personal y de capacitación que pueden obtener.

A continuación, se mencionan los beneficios que se presentan con la aplicación de TPM en las organizaciones:

### **3.7.1 Calidad Mejorada**

Al trabajar los equipos a su más alto rendimiento y manejando un proceso de producción con menos fallas, se producen mejores partes y productos, logrando así una mejor calidad y satisfacción final del cliente.

### **3.7.2 Productividad Mejorada**

La productividad aumenta al eliminar tiempos muertos y paradas de los equipos, permitiendo sacar más y mejores productos con la misma capacidad instalada. La maquinaria y equipos tienen también beneficios al aumentar la efectividad de los mismos por el constante mantenimiento que se les realiza durante todo su ciclo de vida.

Otros beneficios de Productividad:

- Mejora en la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- Elimina pérdidas que afectan la productividad de la planta.
- Reducción de los costos de mantenimiento.
- Mejora la tecnología de la empresa.
- Reducción de inventarios.

### **3.7.3 Mejora en Entregas**

Los clientes se van a ver beneficiados con la entrega oportuna de sus pedidos, ya que, al aumentar la productividad, disminuye el tiempo de producción.

### **3.7.4 Mejora la satisfacción de los miembros del equipo de trabajo**

Según (Cotrim, 2008), no existe nada más frustrante para los mejores operarios que pierdan el control de sus máquinas cuando éstas se dañan. Adicional que esta frustración puede generar retrasos en las entregas a los clientes, producción de piezas defectuosas que se deben dar de baja y tienen que volver a hacer el trabajo por los errores de las máquinas.

Los empleados tienen beneficios al aumentar la moral, la calidad del ambiente de trabajo, aprendizaje permanente y mejor comunicación; también se genera en los operarios una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas, un ambiente de participación, colaboración y creatividad.

## **3.8 BENEFICIOS ECONÓMICOS EN LA APLICACIÓN DEL TPM**

Todos los beneficios que se mencionaron anteriormente apuntan a que el TPM es un sistema rentable, y así es, económicamente se han dado resultados positivos en las organizaciones que lo han aplicado exitosamente por la reducción de desperdicios, ya sea en tiempo, costos, producto defectuoso, averías, etc.

(Ingalls, 2011) dice: "Se estima que los costos que son generados por las prácticas de mantenimiento en las empresas se encuentran entre un 10% y un 40% del costo total del producto final, es decir que con la implementación del TPM debe eliminar este costo, lo que genera una rentabilidad más alta por producto".

(Ingalls, 2011) aclara que un buen sistema de Mantenimiento Productivo Total, reduce cerca del 70% las pérdidas crónicas de producción en corto plazo,

recuperando la productividad en 20% o más, apreciándose una nueva "corriente de cultura laboral en la producción y el mantenimiento que antes no había existido en las empresas.

El costo de inversión que se puede presentar en la implementación de un programa TPM es de 10 a 20% en términos de capacitación y entrenamiento, y de 15% en el costo de mantenimiento durante los primeros dos años. Esto es considerando que la planta logre implementar 10% del total en el primer año y 20% en el segundo. Esta inversión disminuye considerablemente cuando sólo un par de máquinas o equipos se hacen como "proyectos piloto" cuando se persigue solamente cubrir dos o tres equipos y llevar un paso conservador de implementación. Los costos son mínimos y se pueden cubrir con reservas del presupuesto original, es por esto que es fundamental hacer un piloto inicial previo a la implementación en toda la organización para no incurrir en errores que se conviertan en costos a futuro.

En conclusión, existen dos formas de aumentar la rentabilidad económica para una compañía al implementar TPM, una es bajando costos (en aumento de la vida útil de la maquinaria, reducción de costo de mantenimiento, tiempo Hora-Hombre, etc.) y la otra aumentando la productividad del proceso, fabricando más piezas por lote, lo que bajaría el precio, mejor calidad del producto, aumento en ventas, entregas oportunas, etc.

### **3.9 Ordenes de trabajo**

La fuente de datos relativos a las actividades desarrolladas por el personal de ejecución de mantenimiento, debe incluir el tipo de actividad, su prioridad, falla o el efecto encontrado y cómo fue reparado, duración, los recursos humanos y materiales utilizados, y otros datos que permitan evaluar la eficiencia de la actuación del mantenimiento y sus implicaciones con costos y programación.

(Tavares, 2013) nos aclara que las Ordenes de Trabajo (OT) son específicas para cada empresa, en función de la actividad, organización, cantidad y tipos de mano de obra y equipos que posee etc., sin embargo, existe una serie de datos comunes en cualquier ramo industrial o de servicios, que deben estar presentes en este instrumento de información, como: el número consecutivo, el tipo de la actividad de mantenimiento, la prioridad, los registros de historial, si los instrumentos de supervisión actuaron correctamente o no, si la intervención perjudicó la producción, el período de indisponibilidad del equipo y la duración real del mantenimiento.

En todas las áreas de ambas plantas no se utilizan solicitudes ni órdenes de trabajo para mantenimiento. Esto dificulta la planeación de las actividades de mantenimiento, el conocimiento y control de los costos, la visualización de la tendencia de las labores de mantenimiento y el control de estas labores.

Dado que no existen órdenes de trabajo, no es posible realizar un coste exacto de los trabajos de mantenimiento realizados en el área de Conversión. El departamento de Contabilidad carga los costos de los repuestos de cada una de las máquinas como un costo indirecto de fabricación (CIF) y el salario de los técnicos de mantenimiento está incluido en la nómina de la empresa, siendo considerado como un costo directo.

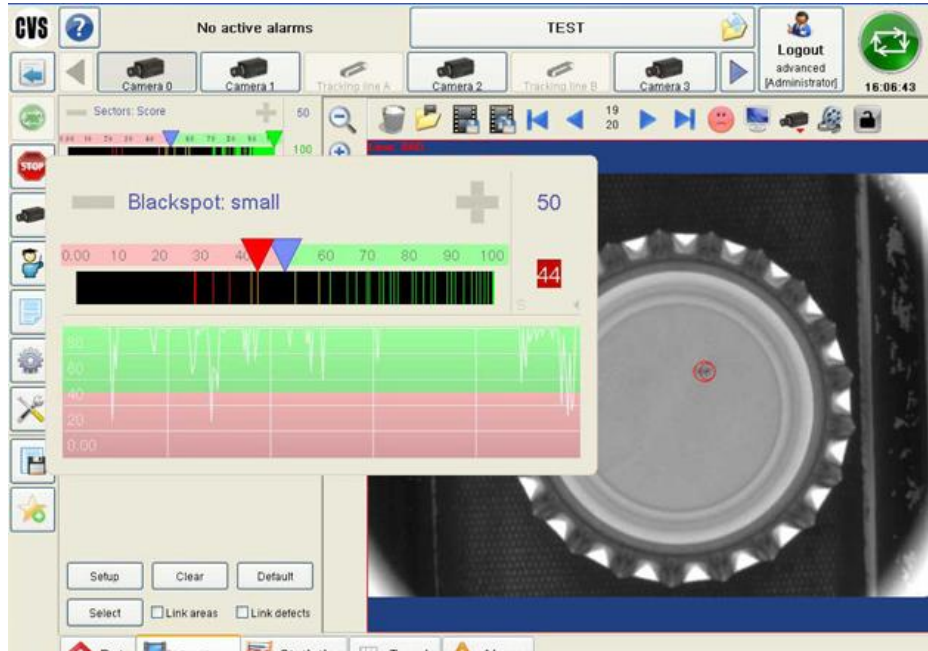
### **3.10 Máquinas a trabajar**

- **Moldeadoras:** "Con un ciclo de trabajo continuo esta máquina moldea juntas de material termoplástico dentro de los tapones. El ciclo de trabajo prevé la salida de material plástico de un extrusor, el corte de una dosis regulada y su introducción en el interior del tapón, la formación de la junta con movimiento mecánico y una fase de verificación del producto realizado." (Sacmi, 2009)

Las máquinas de moldeo en PLIHSa representan una parte fundamental del proceso de fabricación de tapas corona ya que aplica el sello plástico de las coronas y luego por medio de un sistema intrínseco a la máquina verifica la

impresión de la tapa y también la calidad del sello y los pico o dientes de la corona.

Figura 6. CVS 300 en acción Fuente. Sacmi, 2017



Se tomará mucho en cuenta la participación del personal en establecer al máximo la capacidad de las cuatro máquinas de moldeo, los principales problemas en las moldeadoras son: atascamientos en tolvas, fallas de presión de aire, atascamientos en torres de moldeo, mala parametrización de los sistemas de video, entre otras. La eficiencia está sufriendo y por ende también la producción del producto al mercado y todo esto no a una gran falla que se está dando si no a que las pequeñas que aparecen no pueden ser resueltas por los operadores de manera concreta y efectiva.

Figura 7. Moldeadora SACMI PMC300 Fuente. Sacmi, 2009

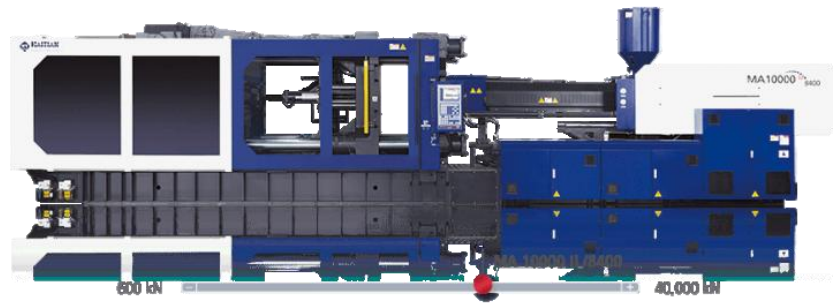


- **Inyectoras:** PLIHSA cuenta con una planta donde se producen productos plásticos a base de inyección, según (Osswald, 2008) “El proceso de moldeo por inyección consta de fundir un material para inyectarlo dentro de un molde a través de un pequeño orificio llamado compuerta. Este molde debe estar frío y cerrado a presión. Una vez que ha sido inyectado el material se enfría dentro del molde, se solidifica y se obtiene una pieza moldeada.”

La planta de inyección cuenta con 7 máquinas de diferentes marcas y modelos, pero con un funcionamiento casi idéntico y un principio característico inyectar plástico en moldes, la planta de plásticos tiene alta producción y todas las máquinas son igual de importantes, los problemas que presentan estas máquinas es que al ser de gran tamaño requieren mantenimientos especiales y con más trabajo también requiere mantenimientos mejor planeados para no interrumpir las grandes cantidades de productos que se piden.



Figura 8. HAITIAN MARS II SERIES Fuente. Haitian, 2017



Las máquinas inyectoras son el principal activo de la planta de inyección por ese motivo tenerlas en un funcionamiento correcto es fundamental para la producción y la vida útil de las máquinas se hará toda gestión para que los mantenimientos sea efectivos y periódicos y el TPM vendrá a efectuar una ayuda oportuna a la planta.

## **V. METODOLOGIA**

“Las variables en la investigación, representan un concepto de vital importancia dentro de un proyecto. Las variables, son los conceptos que forman enunciados de un tipo particular denominado hipótesis” (Wigodski, 2010).

### **5.1 Variables Independientes**

Las variables independientes en esta investigación son:

- El tiempo medio entre fallas.
- El tiempo medio en reparaciones.

Estas variables están bajo el control de operadores y técnicos especialistas de la planta. Los cambios de estas variables hacen un gran impacto en muchas otras formas de medir el desempeño de la empresa y por ende debemos estudiar cada parte que afecte estas variables desde maquinas hasta personal.

### **5.2 Variables dependientes**

- Productividad.

Las variables dependientes que se ven afectadas en PLIHSA son muchas sin embargo la que vamos a revisar para saber si el mantenimiento autónomo está siendo efectivo es la productividad de cada máquina para luego sacar una productividad total de planta.

### **5.3 Enfoque y método**

“Podemos decir que la investigación científica se define como la serie de pasos que conducen a la búsqueda de conocimientos mediante la aplicación de métodos y técnicas”. (Chagoya, 2008)

“En el método científico las variables en la investigación, representan un concepto de vital importancia dentro de un proyecto. Las variables, son los conceptos que forman enunciados de un tipo particular denominado hipótesis” (Hincapié, 2014)

Para realizar la investigación para la resolución de los problemas se utilizó el método mixto, tomando en cuenta ambos enfoques:

- Enfoque cuantitativo: Por medio de un compendio de información en fallas y procesos de los productos que se producen en PLIHSA, se logró establecer que un mantenimiento más adecuado produciría una producción más positiva en cada máquina.
- Enfoque cualitativo: Como parte del TPM se logró involucrar más a operadores y supervisores de cada área ya que la experiencia nos brinda una fuente confiable de información en operación y mantenimiento adecuado en cada etapa de los procesos de la planta.

Antes de empezar con la implementación de las técnicas y procedimientos se hizo una recolección de manuales originales de la compañía SACMI, Toshiba, Van Dorn y ECA para comprender el uso apropiado de cada máquina en el proceso de fabricar tapa corona, cajas plásticas y soluciones de limpieza.

Una de las formas de medir los beneficios económicos que se están obteniendo con la implementación de este sistema es comparando el OEE antes y después de la aplicación del TPM; esta medida es recomendable aplicarla en los puntos críticos del proceso, para conocer el verdadero avance que se está logrando.

Actividades																				
	Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4				
	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V
Inducción y capacitación para el proyecto	■	■	■	■	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Evaluaciones de mantenimiento	.	.	.	.	.	■	■	■	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Recolección de manuales y estudio	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	■	■	.	.	.	.	.	.	.
Redacción de instrucciones técnicas	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	■	■	■
Capacitaciones a personal de planta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	.	.	.	■	.	.	.	.	.
Elaboración de formatos de chequeo en cada máquina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	■	.	.	.
Rotulación de manómetros y areas según 5s	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Traducciones de documentos	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Continuación en la siguiente página.

Semanas																													
Semana 5					Semana 6					Semana 7					Semana 8					Semana 9					Semana 10				
L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Tabla 3. Cronograma

Fuente. Elaboración propia 2017

## **VI. ANALISIS Y RESULTADOS**

### **6.1 Análisis actual de la empresa**

Por la falta de Mantenimiento autónomo en los procesos de moldeo, troquelado, embozado, impresión UV e inyección, PLIHSA presenta actualmente deterioro en el buen funcionamiento de algunas máquinas y herramientas esenciales como ser inyectoras, máquinas de troquel, grúas para moldes, hornos, etc. Las cuales son activos indispensables de la organización, ocasionando problemas en el cumplimiento de entregas de producto terminado al cliente por atrasos en los procesos, defectos de calidad asociados a fallas en la máquina, cuellos de botella en los procesos siguientes por paros inesperados de alguna máquina en la producción. PLISHA fabrica lámina impresa, tapa corona, cajas plásticas, cubetas, sillas, concentrados de banana y uva, pallets plásticos entre otros. En promedio la planta produce millones de unidades de coronas al mes de diferentes características para sus proveedores en Panamá, El Salvador, República Dominicana, Belice todos estos partes de AB InBev un reconocido grupo cervecero a nivel mundial.

El lead time de PLIHSA para las empresas que trabaja es de (DIAS) por lo cual cualquier anomalía e inconsistencia dentro del proceso productivo generaría un retraso de entrega, ya que las órdenes se fabrican en línea.

La producción de lámina impresa, troquelado, embozado, moldeo, inyección de PLIHSA trabaja en 3 turnos de 12 horas cada uno que van desde las 6:00 am hasta las hasta 6:00 pm y de 6:00 pm hasta las 6:00 por cuatro días a la semana con los domingos libres.

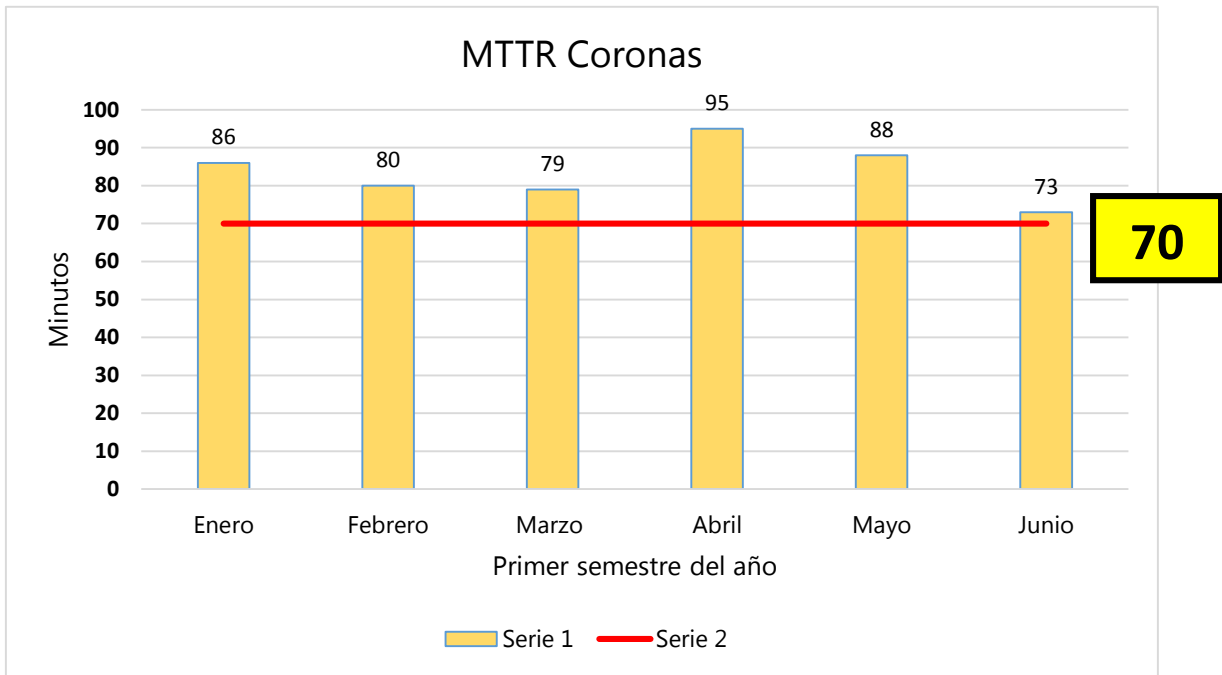
La planta de inyección cuenta con siete máquinas inyectoras que van desde 500 toneladas hasta 10000 toneladas de presión con un operador por máquina, la planta de coronas cuenta con una máquina barnizadora con horno y apilador, una línea de

impresión UV a dos colores, 2 máquinas de troquelado de lámina, dos embozadoras, 4 moldeadores con sistema de video y una empacadora de coronas. La manera de trabajo es que en la línea de barniz y horno hay dos operadores, en impresión hay dos también por turno, en el área de troque un operador se encarga de ambos y también se encarga de las dos embozadoras, en moldeo hay un operador para todas las moldeadores(4) y otros dos operadores empacando el producto, debido al tamaño de la planta se cuenta con una área de mantenimiento encargada de realizar los mantenimientos preventivos y dar solución a las reportes diarios que surjan dentro de los procesos, sin embargo por la cantidad de máquinas y por el poco personal de mantenimiento con el que se cuenta, en algunas ocasiones el área de mantenimiento no puede responder a todas las solicitudes de ambas plantas, en ocasiones esto genera que el mantenimiento sea en la mayoría de los casos correctivo, es decir cuando la máquina ha fallado por inadecuado manejo o la misma vida útil del equipo.

En algunos casos las anomalías reportadas por los centros, son inconsistencias que los mismos maquinistas podrían solucionar en el momento sin necesidad de recurrir al área de mantenimiento generando así un ahorro de tiempo y recurso que se podría disponer para la solución y/o mantenimientos preventivos de otros equipos, pero debido a la falta de implementación del Mantenimiento Autónomo en los centros, esta labor la tiene que realizar el personal de mantenimiento En el área de mantenimiento se manejan dos importantes indicadores el MTTR y MTBF, se decide para la implementación de Mantenimiento Autónomo solicitar estos indicadores al área de producción, donde el MTTR (Medium Time To Repair) es el tiempo medio de reparación con lo que tenemos un indicador del tiempo promedio que tarda un mantenimiento correctivo en repararse; el MTBF (Medium Time Between Failures) por otro lado no indica el promedio del tiempo entre las fallas de las máquinas.

Según los últimos datos de MTTR de mantenimiento la tabla seria la siguiente:

Tabla 4. MTTR antes del TPM



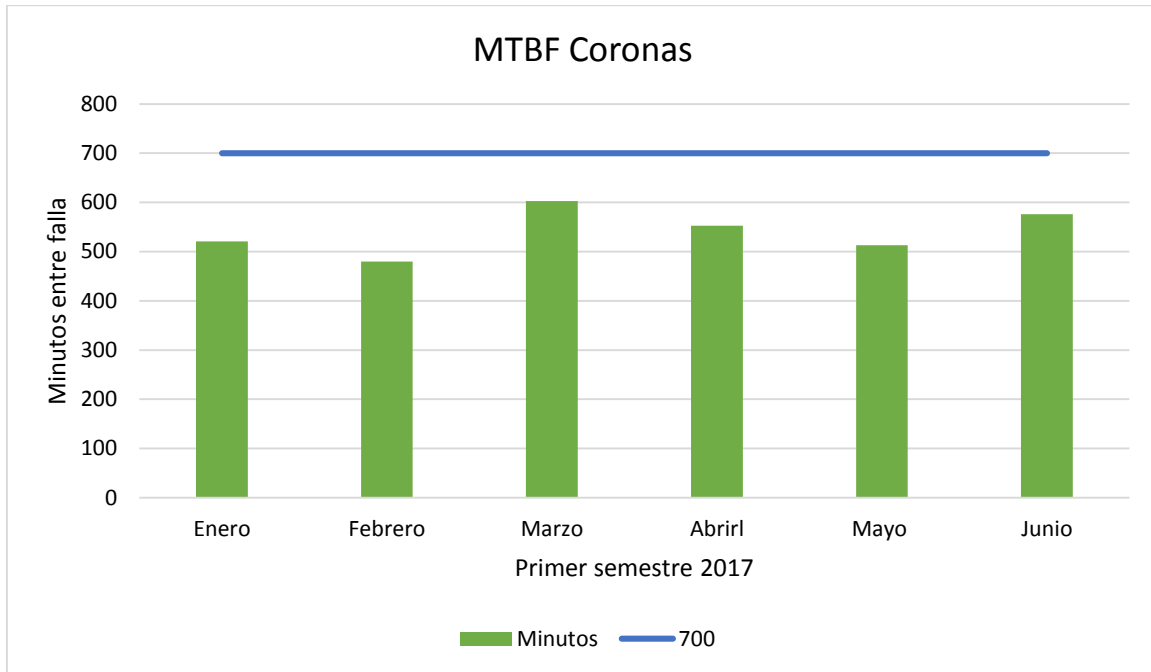
Fuente. PLIHSA mantenimiento. 2017

La tabla del MTTR que se muestra nos indica que el establecido de la empresa es de 70 minutos por reparación, los tiempos de reparación promedios de las máquinas de coronas está entre los 80-85 minutos promedio y si ese número lo multiplicamos por la cantidad de reparaciones por ejemplo en Febrero: 80 minutos por reparación con un total de 25 durante el mes, eso nos da 2000 minutos totales si restamos los 1750 que tuvieron que haber sido tendríamos una pérdida de 250 minutos es decir 4 horas y diez minutos de producción que no estaban presupuestados. Nuestra meta era reducir este promedio a través de la planeación de mantenimientos y las ordenes de trabajo que generara cada operador de las mejoras que se le pueden a hacer a cada máquina y seguir el estándar de mantenimiento para aumentar la eficiencia de la misma según (Renovetec, 2016). Recordemos que el mantenimiento preventivo es que más nos hará generar eficiencia.

También esta otro indicador muy importante que es el MTBF, en el primer semestre podemos ver el Tiempo Medio Entre Fallas en el grafico que se muestra abajo:



Tabla 5. MTBF antes del TPM

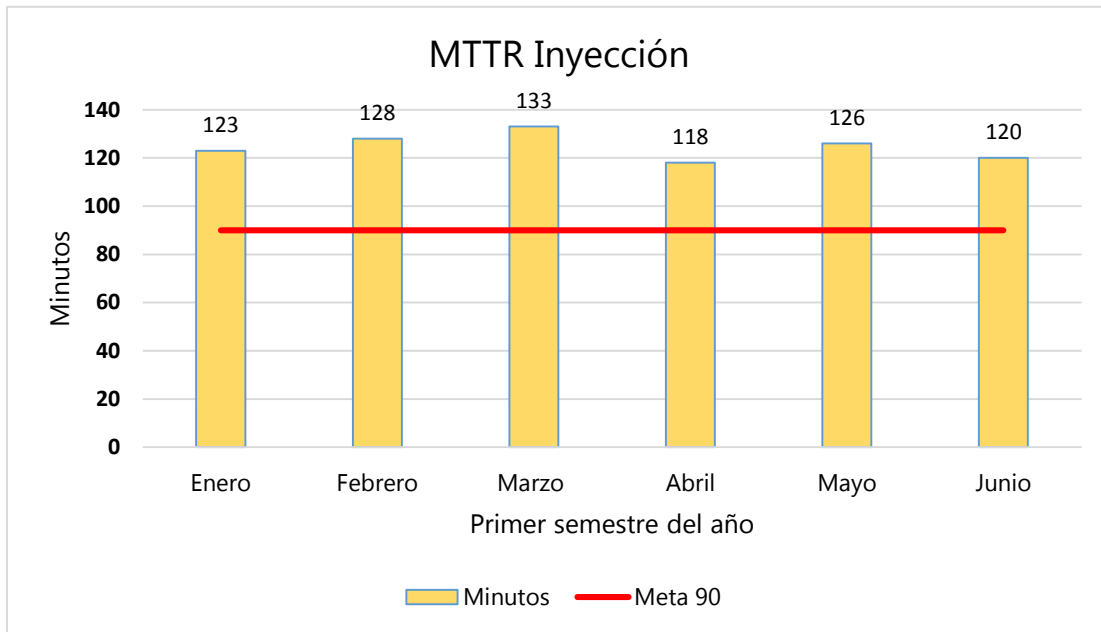


Fuente. PLIHSA mantenimiento. 2017

El tiempo medio entre fallas (MTBF) del área de coronas muestra que el tiempo entre fallas en las cuales están incluidas las fallas menores y atascamientos es de entre 500 y 600 minutos es decir hay un problema cada 8-9 horas en las maquinas cuando la meta de la empresa es que haya una falla cada 12 horas aproximadamente, la manera de atacar este problema es por medio de las órdenes de trabajo y la planeación del mantenimiento de las máquinas, la meta del mantenimiento autónomo es hacer que estos indicadores mejores.

Ahora procedemos a la planta de inyección plástica, comenzando con el MTTR de las máquinas en el primer semestre del año:

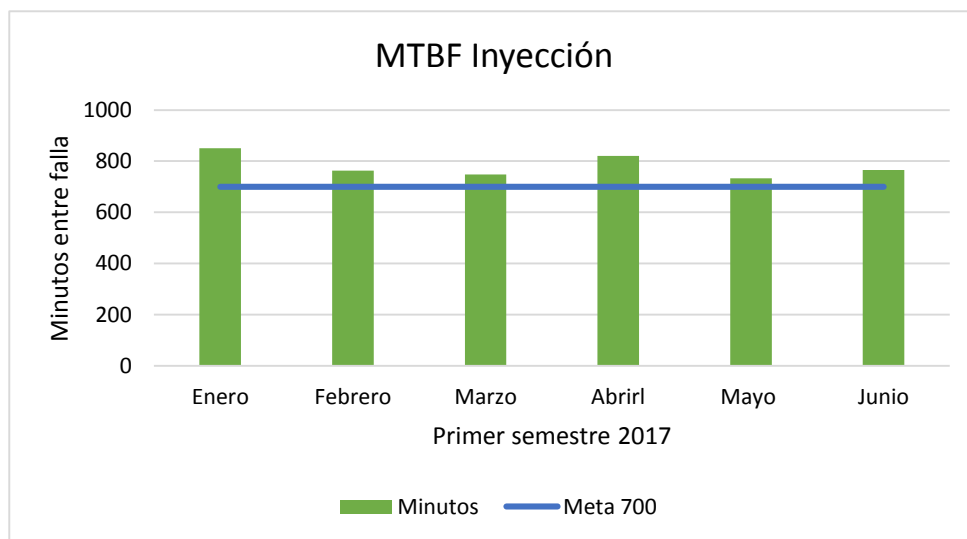
Tabla 6. MTTR inyección antes del TPM



Fuente. Mantenimiento PLIHSA 2017

La parte que más está sufriendo de las reparaciones es la planta de inyección con un promedio de MTTR de 124 minutos por reparación cuando cada mantenimiento debería durar no más de 90. Lo peculiar es que cuando revisamos el MTBF de la planta podemos observar lo siguiente:

Tabla 7. MTBF Inyección antes del TPM



Fuente. Mantenimiento PLIHSA. 2017

EL MTBF de la planta de inyección mostro un dato muy peculiar y se observó que están cumpliendo de una manera correcta el indicador del tiempo entre fallas, eso quiere decir que el mantenimiento lo están haciendo bien, el inconveniente es que están tardando demasiado al momento de solucionar los problemas que se presentan, es por eso que esta planta aparte de las ordenes de trabajo se le dará un seguimiento especial en el aspecto de las 5 "S" para mejorar la forma y orden de hacer mantenimientos.

El otro indicador que la empresa está buscando mejorar la Eficiencia General de los Equipos en ambas plantas, el área de coronas tenemos los siguientes datos:

Tabla 8. Datos para el OEE de coronas primer semestre 2017

<b>Datos para la Eficiencia General Primer semestre Coronas 2017</b>	
<b>Tipo de dato</b>	<b>Datos por turno</b>
Tiempo de carga	480 minutos
Tiempo de paradas	63 minutos
Tiempo de ciclo ideal	417 minutos
Output Teórico=Tiempo ciclo ideal* Output	3.3 Millones de coronas
Cantidad total	2.9 Millones de coronas
Cantidad de productos aceptables	2.7 Millones de coronas

Fuente. Propia. 2017

Con estos datos podemos obtener la eficiencia de general de máquinas en coronas la cual sería:

$$\text{Disponibilidad (tasa de operación)} = \frac{480 - 63}{480} = 87\%$$

$$\text{Tasa de rendimiento} = \frac{2.7}{3.3} = 81\%$$

$$\text{Tasa de calidad} = \frac{2.7}{2.9} = 93\%$$

$$OEE = 0.87 * 0.81 * 0.93 = 65\%$$

La eficiencia general de los equipos nos muestra un 65% es decir muy debajo de los estándares de calidad mundial debido a paros y piezas producidas rechazadas, se va a trabajar atacando las seis grandes pérdidas en toda la planta de coronas.

Ahora con los cálculos del área de inyección obtuvimos el siguiente OEE:

Tabla 9. Datos para el OEE de inyección primer semestre 2017

<b>Datos para la Eficiencia General Primer semestre Coronas 2017</b>	
<b>Tipo de dato</b>	<b>Datos por turno</b>
Tiempo de carga	480 minutos
Tiempo de paradas	40 minutos
Tiempo de ciclo ideal	440 minutos
Output Teórico=Tiempo ciclo ideal* Output	1540 piezas
Cantidad total	1436 piezas
Cantidad de productos aceptables	1395 piezas

Fuente. Propia. 2017

Con estos datos podemos obtener la eficiencia de general de máquinas en coronas la cual sería:

$$\text{Disponibilidad (tasa de operación)} = \frac{480 - 40}{480} = 91\%$$

$$\text{Tasa de rendimiento} = \frac{1436}{1540} = 93\%$$

$$\text{Tasa de calidad} = \frac{1395}{1436} = 97\%$$

$$OEE = 0.91 * 0.93 * 0.97 = 82\%$$

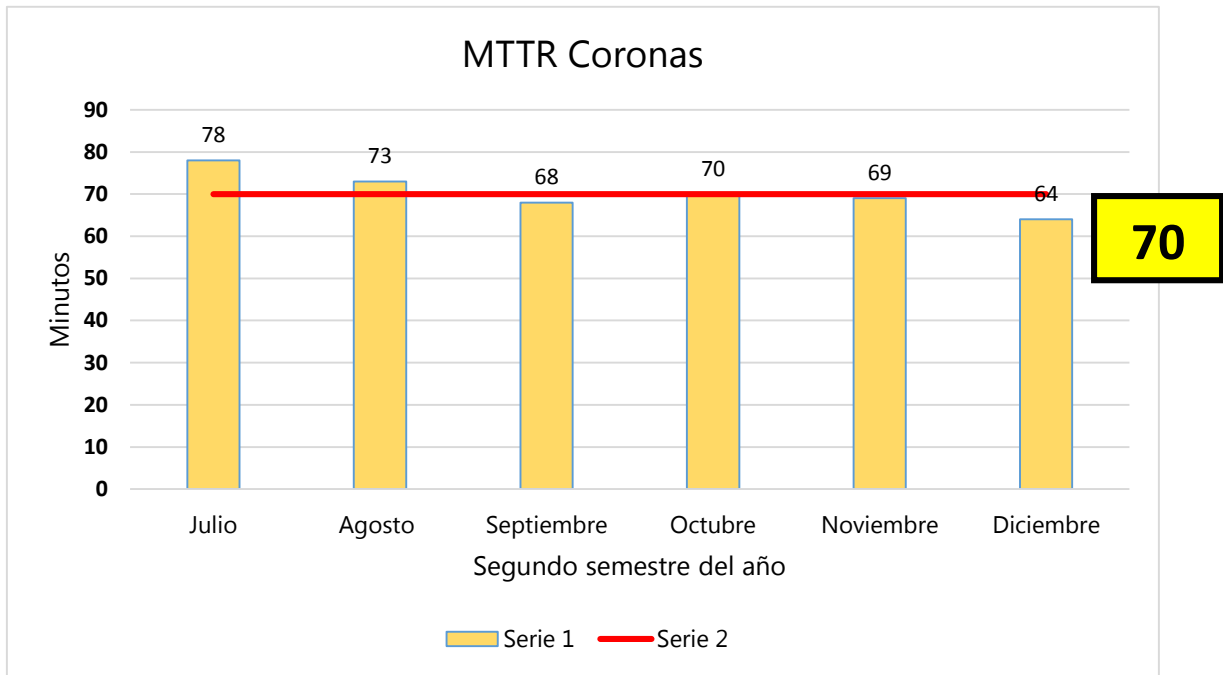
La eficiencia general de equipos es decir de las inyectoras anda mejor que el área de coronas, pero para empresas de calidad mundial queremos obtener un porcentaje de al menos 90 y mejora continua en la empresa para mantener la calidad de nuestros productos.

## **6.2 Análisis después del TPM**

Desde el segundo semestre del año 2017 se ha empezado a establecer el sistema de mantenimiento autónomo en ambas plantas de la empresa, empezando desde junio en reestructuración del personal y en capacitaciones básicas de los cambios que se van a empezar a hacer para cumplir los requerimientos de una empresa de calidad mundial, desde el mes de septiembre se empezó con la evaluaciones y practicar todos los conocimientos al personal así como empezar a darle seguimiento a todos los términos que se están aplicando (Ordenes de trabajo, instrucciones técnicas, lecciones de un punto, 5 "S", atacar fallas operativas y de gestión) todo esto brindando ya fructíferos resultado, la última evolución y recolección de datos del mes de diciembre de 2017 no brindo los datos para poder ver como la planta está reaccionando en el MTBF (Medium Time Between Failures) y el MTTR (Medium Time To Repair).

Según los últimos datos de diciembre en MTTR de mantenimiento la tabla seria la siguiente:

Tabla 10. MTTR después del TPM

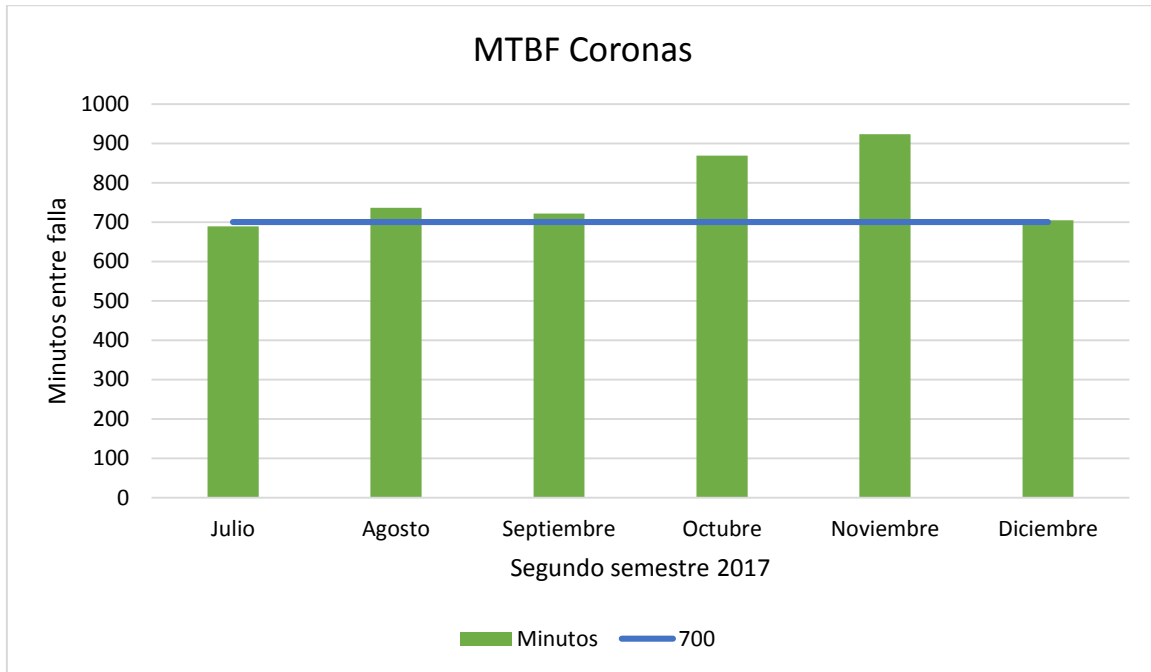


Fuente. PLIHSA mantenimiento. 2017

La tabla del MTTR que se muestra nos indica que el establecido de la empresa es de 70 minutos por reparación, ahora vimos un cambio significativo en los tiempos medios de reparación del área de coronas el cuales uno de los inconvenientes, las instrucciones de trabajo han sido una ayuda muy grande para los técnicos y operadores del área ya que ellos se pueden informar de errores y soluciones de manera más eficiente y pueden obtener las refacciones y trabajos mecánicos y/o eléctricos de manera más rápida para dar solución rápida y eficaz a los problemas que se muestran, al tendencia que estamos viendo es muy positiva para el área.

También el MTBF se vio afectado de manera positiva según se muestra abajo:

Tabla 11. MTBF después del TPM

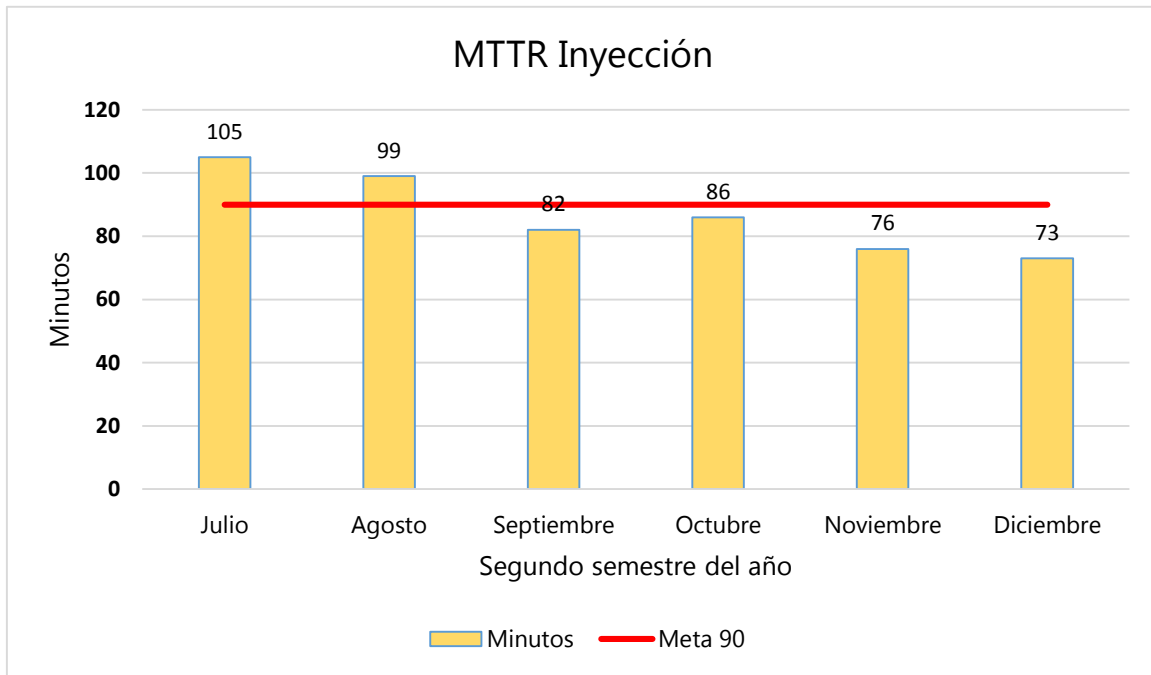


Fuente. PLIHSA mantenimiento. 2017

El tiempo medio entre fallas (MTBF) del área de coronas muestra que ahora los problemas que se muestran en el área de moldeo, troquelado, barnizado, embozado, impresión ha mejorado drásticamente y que todos los mantenimientos preventivos están empezando a rendir frutos ahora hay más tiempo para que pase alguna falla como se puede notar en la gráfica mostrando Diciembre como un mes en que se recayó pero fue debido a mantenimientos de gran calibre que estaban programados para este mes con ayuda de especialista logrando salir de problemas con variadores, tolvas, ejes que estaban causando problemas en calidad no en producción en los cuales pudimos ser partícipes y personas claves para seguir aumentar el MTBF de la planta.

Ahora procedemos a la planta de inyección plástica, comenzando con el MTTR de las máquinas en el segundo semestre del año:

Tabla 12. MTTR inyección después del TPM

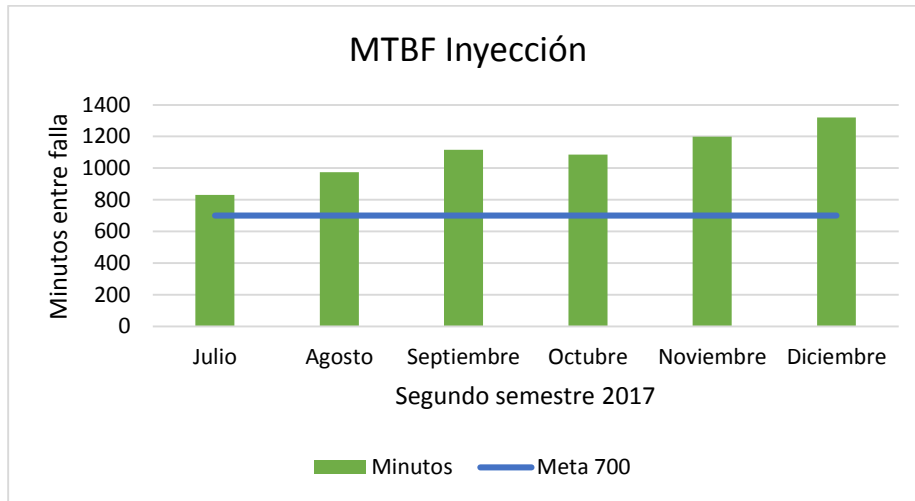


Fuente. Mantenimiento PLIHSA 2017

La gran debilidad de la planta se atacó y se respondió de manera eficiente logrando ver como el tiempo bajo de los 90 minutos que es la meta hasta un increíble promedio de 73 minutos en el mes de diciembre, las instrucciones técnicas que se hicieron y por sobre todo los manuales de control para cada máquina fueron clave para lograr estos números record que mejoran este indicador de solución rápida y eficaz a los problemas de la planta.

Tabla 13. MTBF Inyección después del TPM





Fuente. Mantenimiento PLIHSA. 2017

EL MTBF de la planta de inyección mejoro drásticamente gracias a los diagramas de solución rápida y los mantenimientos preventivos del equipo que se lograron manifestar por medio de las órdenes de trabajo para efectuar en el tiempo adecuado los mantenimientos y no tener absolutamente ninguna falla por un periodo de tiempo largo.

El momento de verificar la Eficiencia General de los Equipos en ambas plantas para ver si el indicador que más nos interesa ha mejorado y ya está dando el ancho de una compañía de calidad mundial, el área de coronas tenemos los siguientes datos:

Tabla 14. Datos para el OEE de coronas segundo semestre 2017

<b>Datos para la Eficiencia General Primer semestre Coronas 2017</b>	
<b>Tipo de dato</b>	<b>Datos por turno</b>
Tiempo de carga	480 minutos
Tiempo de paradas	30 minutos
Tiempo de ciclo ideal	450 minutos
Output Teórico=Tiempo ciclo ideal* Output	3.6 Millones de coronas
Cantidad total	3.4 Millones de coronas
Cantidad de productos aceptables	3.3 Millones de coronas

Fuente. Propia. 2017

Con estos datos podemos obtener la eficiencia de general de máquinas en coronas la cual sería:

$$\text{Disponibilidad (tasa de operación)} = \frac{480 - 30}{480} = 94\%$$

$$\text{Tasa de rendimiento} = \frac{3.4}{3.6} = 94\%$$

$$\text{Tasa de calidad} = \frac{3.3}{3.4} = 97\%$$

$$OEE = 0.94 * 0.94 * 0.97 = \mathbf{86\%}$$

La eficiencia general de los equipos nos muestra un 86% en comparación con el 65% ha mejora notablemente gracias a los indicadores estudiados y al seguimiento a todos los aspectos del mantenimiento autónomo tomando como referencia otras plantas del grupo ABInBev aún falta llegar al 95% que se quiere lograr pero vamos por buen camino con apenas 6 meses, si la tendencia sigue se obtendrá en el primer semestre del año 2018.

Ahora con los cálculos del área de inyección en el segundo semestre obtuvimos el siguiente OEE:

Tabla 15. Datos para el OEE de inyección segundo semestre 2017

<b>Datos para la Eficiencia General Primer semestre Coronas 2017</b>	
<b>Tipo de dato</b>	<b>Datos por turno</b>
Tiempo de carga	480 minutos
Tiempo de paradas	25 minutos
Tiempo de ciclo ideal	455 minutos
Output Teórico=Tiempo ciclo ideal* Output	1592 piezas
Cantidad total	1586 piezas
Cantidad de productos aceptables	1584 piezas

Fuente. Propia. 2017

Con estos datos podemos obtener la eficiencia de general de máquinas en coronas la cual sería:

$$\text{Disponibilidad (tasa de operación)} = \frac{480 - 25}{480} = 95\%$$

$$\text{Tasa de rendimiento} = \frac{1586}{1592} = 99.6 \%$$

$$\text{Tasa de calidad} = \frac{1584}{1586} = 99.8\%$$

$$OEE = 0.95 * 0.996 * 0.998 = 95\%$$

La eficiencia general de equipos es decir de las inyectoras es la meta propuesta por ABInBev, el área de inyección ha sido parte de un sistema de mantenimiento tan eficaz que la eficiencia del área está cumpliendo todos los requisitos de los clientes sin atrasos y cada vez aplicando mejora continua a todas las instrucciones que hemos realizado y todos los procedimientos que hay en la planta.

## **VII. Conclusiones**

“Una conclusión aparece solo cuando la experiencia misma construye un conocimiento propio.” (Giraldo, 2017)

1. Los operadores a través del Mantenimiento autónomo están creando el empoderamiento del área de trabajo brindando soluciones rápidas a inconvenientes habituales que se presentan en los turnos de trabajo.
2. Los manuales operativos fueron implementados y han logrado dar solución a problemas de índole correctiva de manera eficiente mejorando los indicadores de interés para planta.
3. Los activos de PLIHSa están respondiendo de mejor manera al tener el mantenimiento autónomo en trabajo con toda la planta.
4. Las 5 “S” han brindado orden y disciplina a toda la planta para realizar las tareas de manera ordenada y fácil, en la planta de coronas e inyección la respuesta del uso de 5 “S” ha sido la más eficaz para mejorar los indicadores.

## **VIII. Recomendaciones**

### **PARA LA EMPRESA**

- Realizar revisiones periódicas para mejorar las condiciones de operación de los equipos y los controles de mantenimiento de los mismos.
- Mejorar los procesos de seguridad del personal y facilitar el conocimiento de las funciones de todas las máquinas y herramientas
- Planificar los mantenimientos programados y llevar un control de los equipos en planta.
- Implementar un departamento de mejora continua para facilitar procesos de la planta que se pueden hacer de una manera más eficiente.

### **PARA LA UNIVERSIDAD**

- Adicionar clases que mejoren la práctica en el área técnica para que el estudiante pueda desarrollar la una lógica técnica necesaria para dichos procedimientos, permitiendo abarcar más contenido necesario que no está siendo cubierto.
- Realizar la Práctica profesional antes del Proyecto de graduación, ya que esto ayudaría al estudiante a tener una idea más clara de los procesos industriales realizados en la planta y facilitaría las labores de investigación o mejoras requeridas en el proyecto de investigación.

## IX. Bibliografía

AB InBev-Política-Global-de-Derechos-Humanos.pdf. (s. f.). Recuperado a partir de

<http://www.bavaria.co/sites/g/files/ogq8776/f/201710/AB%20InBev->

[Pol%C3%ADtica-Global-de-Derechos-Humanos.pdf](http://www.bavaria.co/sites/g/files/ogq8776/f/201710/AB%20InBev-Pol%C3%ADtica-Global-de-Derechos-Humanos.pdf)

Calle, J. (2017). Los 8 Pilares del TPM. Recuperado 8 de noviembre de 2017, a partir

de <https://bsgrupo.com/bs-campus/blog/Los-8-Pilares-del-TPM-1134>

Chagoya, E. R. (2008, julio 1). Métodos y técnicas de investigación. Recuperado 28

de noviembre de 2017, a partir de <https://www.gestiopolis.com/metodos-y->

[tecnicas-de-investigacion/](https://www.gestiopolis.com/metodos-y-tecnicas-de-investigacion/)

Cotrim, M. (2008, agosto). Forum de Ingeniería de Mantenimiento. Recuperado 3

de diciembre de 2017, a partir de <http://www.esinapsis.com.ar/f%20->

[%2024%20y%2025%20%20Oct%202003%20-%20Ipeman\\_com%20.htm](http://www.esinapsis.com.ar/f%20-%2024%20y%2025%20%20Oct%202003%20-%20Ipeman_com%20.htm)

Cruz, S. (2016). Concepto de Mantenimiento Productivo Total: Autobody Magazine.

Recuperado 19 de noviembre de 2017, a partir de

[http://www.autobodymagazine.com.mx/abm\\_previo/2017/06/concepto-de-](http://www.autobodymagazine.com.mx/abm_previo/2017/06/concepto-de-)

[mantenimiento-productivo-total1/](http://www.autobodymagazine.com.mx/abm_previo/2017/06/concepto-de-mantenimiento-productivo-total1/)

García, S. (2004). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Ediciones Díaz

de Santos. Recuperado a partir de

<https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/reader.action?docI>

[D=3157912](https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/reader.action?docID=3157912)

Giraldo. (2017, agosto 12). Pasos para aprender a escribir una conclusión de forma acertada. Recuperado 14 de diciembre de 2017, a partir de

<https://marketingdecontenidos.com/como-escribir-una-conclusion/>

Haitian. (2017). Products – Haitian Mars II Series. Recuperado 14 de diciembre de 2017, a partir de

[http://www.haitiangermany.com/en/products/mars\\_2\\_series/](http://www.haitiangermany.com/en/products/mars_2_series/)

Hincapié, S. (2014, enero). Métodos, tipos y enfoques de investigación. Recuperado 28 de noviembre de 2017, a partir de

<http://sanjahingu.blogspot.com/2014/01/metodos-tipos-y-enfoques-de.html>

Ingalls, P. (2011, agosto 11). El Costo de Implementar TPM. Recuperado 3 de diciembre de 2017, a partir de

[http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE//articles\\_on\\_total\\_productive\\_maintenance/tpm/costodeimplemtpm.htm](http://www.leanexpertise.com/TPMONLINE//articles_on_total_productive_maintenance/tpm/costodeimplemtpm.htm)

Laverde, H. A. (2008). ¿Realmente qué es TPM?

López, C. (2001, octubre 12). 5S: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke. Base de la mejora... Recuperado 20 de noviembre de 2017, a partir de

<https://www.gestiopolis.com/5s-seiri-seiton-seiso-seiketsu-y-shitsuke-base-de-la-mejora-continua/>

Navarro, L., Pastor, A., & Mugaburu, J. (1997). *Gestión integral de mantenimiento*.

Marcombo. Recuperado a partir de

<https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/reader.action?docID=3185475>

OEE Industry Standar. (2017). OEE Calculation - OEE Industry Standard

Standard. Recuperado 9 de diciembre de 2017, a partir de

<http://oeeindustrystandard.oeefoundation.org/oee-calculation/>

Osswald, T. (Ed.). (2008). *Injection molding handbook* (2. ed). Munich Cincinnati,

Ohio: Hanser Hanser Gardner.

Pérez, J. (2015). Curso: Gestión de talleres y laboratorios en centros de FP:

implantación de la metodología 5S. Recuperado 20 de noviembre de 2017, a

partir de <http://cefire.edu.gva.es/course/view.php?id=11396&section=4>

Pilar Mantenimiento Planificado. (s. f.). Recuperado 8 de noviembre de 2017, a

partir de

<http://www.ceroaverias.com/encycledy/centroTPM/mantenimientoplanificado.htm>

Renovetec. (2016). Tipos de Mantenimiento. Recuperado 7 de noviembre de 2017,

a partir de [http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-](http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento)

[mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento](http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento)

Sacmi, I. (2009). *Manual de instrucciones PMC300*. Bologna-Italia.



- Sacmi, I. (2017). CVS 3000 Inspection software | SACMI. Recuperado 14 de diciembre de 2017, a partir de <http://www.sacmimetalcaps.com/SacmiMetalCaps/cvs-3000-inspection-software.aspx>
- SEAS. (2015). *Gestió de mantenimiento I*.
- Souza, M., & Otrocki, L. (2016). La formulación de objetivos en los proyectos de investigación científica. Recuperado a partir de [http://periodismo.undav.edu.ar/asignatura\\_cc/csb06\\_diseno\\_y\\_gestion\\_de\\_politicas\\_en\\_comunicacion\\_social/material/souza1.pdf](http://periodismo.undav.edu.ar/asignatura_cc/csb06_diseno_y_gestion_de_politicas_en_comunicacion_social/material/souza1.pdf)
- Tavares, L. (2000). *Administración moderna de mantenimiento*. Brasil.
- Tavares, L. (2013). lourival AUDITORIA MANTENIMIENTO.pdf. Mexico. Recuperado a partir de <http://www.mantenimientoplanificado.com/gerardo%20trujillo%20noria/lourival%20AUDITORIA%20MANTENIMIENTO.pdf>
- Wigodski, J. (2010, julio 10). Metodología de la Investigación: Variables. Recuperado 28 de noviembre de 2017, a partir de <http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/variables.html>

## X. Anexos

Figura 9. Rotulación de manómetros



Figura 10. Señalización de área de moldes e inyección.



Figura 11. Tarjeta roja para equipo en desuso

**TARJETA ROJA DE  
5'S**

Propuesta por: \_\_\_\_\_  
Área/Depto.: \_\_\_\_\_  
Descripción del artículo: \_\_\_\_\_  
Responsable del área: \_\_\_\_\_

---

<input type="checkbox"/> Maquinaria/Equipo	<input type="checkbox"/> Limpieza o pesticidas
<input type="checkbox"/> Herramienta/Accesorios	<input type="checkbox"/> Equipo de oficina
<input type="checkbox"/> Instrumentos de medición	<input type="checkbox"/> Papelería
<input type="checkbox"/> Partes eléctricas	<input type="checkbox"/> Materia Prima
<input type="checkbox"/> Partes mecánicas	<input type="checkbox"/> Producto terminado
<input type="checkbox"/> Lubricantes/Recipientes	<input type="checkbox"/> Inventario en proceso
<input type="checkbox"/> Otros: _____	

---

**Razón de Tarjeta**

<input type="checkbox"/> Innesario	<input type="checkbox"/> Contaminante
<input type="checkbox"/> Fuera de especificaciones	<input type="checkbox"/> Uso desconocido
<input type="checkbox"/> Defectuoso	<input type="checkbox"/> Material de desecho
<input type="checkbox"/> Otros, _____	

---

**Acción requerida**

<input type="checkbox"/> Devolución al proveedor	<input type="checkbox"/> Eliminar
<input type="checkbox"/> Mover a centro de acopio	<input type="checkbox"/> Vender
<input type="checkbox"/> Retornar	<input type="checkbox"/> Mover al almacén
<input type="checkbox"/> Otros, _____	<input type="checkbox"/> Mover al almacén

---

<input type="checkbox"/> Ventilación especial	<input type="checkbox"/> En camas de _____
<input type="checkbox"/> Frágil	<input type="checkbox"/> Máxima altura _____
<input type="checkbox"/> Explosivo/Inflamable	<input type="checkbox"/> Ambiente a _____ °C
<input type="checkbox"/> Libre de humedad	<input type="checkbox"/> Presión _____
<input type="checkbox"/> Corrosivo	<input type="checkbox"/> Volumen _____
<input type="checkbox"/> Otros: _____	<input type="checkbox"/> Peso _____

---

**Autorizaciones**

Fecha: \_\_\_\_\_  
Autorizado por: \_\_\_\_\_  
Firma de autorización: \_\_\_\_\_




Figura 12. Tarjetas de bloqueo personal para la planta.



Figura 13. Listado de motores de área de la planta

LISTADO DE MOTORES DEL AREA DE PROCESAMIENTO

Cant.	Moldeadora PMC 250 #1	Datos de placa				Breaker	Protecciones			Tipo de mantenimiento						
	Máquina	Voltaje	Corr. Nom.	Potencia	r.p.m		Termico	Protector Fase	Ajus. term.	Importancia	Aceite	Amperaje	Megueo	Temperatura	Vibraciones	Termografi
1	Motor Struder	220	40.5	15 HP	1450											
2	Motor Dial															
3	Motor Tolva	220	1.71	5 HP	2740											
4	Motor Vacío 1	220	15.2	4 HP	2850											
5	Motor Vacío 2	220	15.2	4 HP	2850											
6	Motor Enfriamiento Extruder 1	220	0.8	0.14 HP	1620											
7	Motor Enfriamiento Extruder 2	220	0.8	0.14 HP	1620											
8	Motor Enfriamiento Extruder 3	220	0.8	0.14 HP	1620											
9	Motor Enfriamiento Extruder 4	220	0.8	0.14 HP	1620											




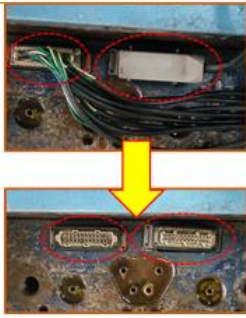


  

Cant.	Moldeadora PMC 250 #2	Datos técnicos				Breaker	Protecciones			Tipo de mantenimiento						
	Máquina	Voltaje	Corr. Nom.	Potencia	r.p.m		Termico	Protector Fase	Ajus. term.	Importancia	Aceite	Amperaje	Megueo	Temperatura	Vibraciones	Termografi
1	Motor Struder	220	40.5	15 HP	1450											
2	Motor Dial															
3	Motor Tolva	220	1.71	5 HP	2740											
4	Motor Vacío 1	220	15.2	4 HP	2850											
5	Motor Vacío 2	220	15.2	4 HP	2850											
6	Motor Enfriamiento Extruder 1	220	0.8	0.14 HP	1620											
7	Motor Enfriamiento Extruder 2	220	0.8	0.14 HP	1620											
8	Motor Enfriamiento Extruder 3	220	0.8	0.14 HP	1620											
9	Motor Enfriamiento Extruder 4	220	0.8	0.14 HP	1620											

Cant.	EMPAQUE CORONAS	Datos técnicos				Breaker	Protecciones			Tipo de mantenimiento						
	Máquina	Voltaje	Corr. Nom.	Potencia	r.p.m		Termico	Protector Fase	Ajus. term.	Importancia	Aceite	Amperaje	Megueo	Temperatura	Vibraciones	Termografi
1	Motor Tolva	230	2.5	1/2 HP	1140											
2	Motor Vibrador	230	2.5	1/2 HP	1140											
1	Motor Tolva	230	2.5	1/2 HP	1140											

Figura 14. Instrucción técnica para cambio de molde.

	<p>4. Con la máquina abierta se hace un bloqueo de energía eléctrica, el bloqueo aplica para cada persona que esté trabajando en el desmontaje.</p>		<p>7. Proceder a realizar un bloqueo de seguridad y cortar la energía eléctrica de las resistencias del molde bajando todos los interruptores de seguridad y bloquear el panel con llave (Asegurar de aplicar el bloqueo de energía peligrosa).</p>
	<p>5. Desconectar las mangueras de enfriamiento de todo el molde, en ambas caras y en cada lado de las dos caras. Asegurarse de no dejar ninguna conectada.</p>		<p>8. En la parte superior de la máquina se encuentran las conexiones de las resistencias del molde, proceder a desconectar los acoples eléctricos.</p>
	<p>6. Para desconectar las mangueras solo es necesario tomarlas y retirarlas con fuerza mientras se hala el acople de la manera que se muestra.</p>		<p>9. Tomar los tapones de las mangueras hidráulicas.</p>