



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga

Departamento de Ingenierías

PROYECTO DE TITULACIÓN

*[MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y
CORRECTIVO DE MOLDES E
INYECTORAS DE ALUMINIO]*

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO EN MECATRÓNICA

PRESENTA:

*LUIS DONALDO GUERRERO
HERNANDEZ*

ASESOR:

ING. FERNANDO GARCIA VARGAS



Mayo



2. Agradecimientos.

Agradezco al “Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga ” por permitirme formar parte de este y ayudarme en mi formación profesional, a los profesores por orientarme en este proceso que se verá reflejado en mi paso por la universidad y en donde se verán plasmados los conocimientos que aprendí a lo largo de 9 semestres llenos de dedicación y esfuerzo, agradezco a la empresa “Doiter, S. de R.L de C.V.” por brindarme su apoyo y darme la oportunidad de involucrarme totalmente en el proceso de trabajo y por creer en mí, gracias a quienes me brindaron su apoyo tanto de manera directa como indirecta, gracias a todas esas personas que hicieron su pequeño aporte para que esto fuera realidad. Gracias a mi madre y abuela Aidé Nallely Hernandez García y Martha García Martínez por ser las principales causantes de cumplir mis sueños, gracias por confiar y creer en mi cada día, gracias por darme la oportunidad de tener una educación y por querer siempre lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo y por enseñarme a jamás darme por vencido. Agradezco a mi familia por ser mi soporte, porque me brindaron su apoyo incondicional y me motivaron cada día a seguir dando todo de mí y encaminarme al éxito, por ayudarme a sobrellevar cada situación de la mejor manera para no dejarme vencer sin importar las circunstancias. Y finalmente agradezco a todos mis amigos que sin importar nada siempre han estado para mí, ayudándome a sobrellevar el estrés; por todos los buenos momentos que compartimos y por formar parte de mi vida en mi paso por la universidad. A todas las personas que saben que son importantes para mí pero que tal vez olvide mencionar, gracias por la aportación que han tenido en mi vida.

3. Resumen.

Una empresa opera en torno a la administración interna, que es simplemente un plan detallado de la manera de operar de la organización basándose en las necesidades que tiene la misma con el propósito de aumentar su productividad y que la empresa vaya creciendo positivamente y para esto hay muchos factores detrás que tienen que ver para que esta sea exitosa.

En este documento se muestra la parte teórica del proceso que se desarrolló durante el proyecto basándonos en distintas teorías como sustento para el mismo, al adentrarnos en la empresa y conocer cómo trabaja, se percató que ciertas actividades no eran necesariamente favorables para el correcto funcionamiento de la empresa, además, este proyecto tiene una razón de ser y cubre con necesidades específicas de la empresa y la resolución de estas de manera óptima, eficaz y eficiente; las mejoras propuestas y el desarrollo de estas se muestra a lo largo de este documento.

El proyecto tiene como nombre mantenimiento preventivo y correctivo de moldes e inyectoras de aluminio, se realizó en la empresa Doiter, S. de R.L de C.V bajo supervisión del asesor empresarial Hugo Serna Martínez, mismo que asigno todos los recursos para poder cumplir con el objetivo y desarrollo de este proyecto, como colaboración y manejo de los recursos fue por parte del alumno Luis Donald Guerrero Hernandez del plan educativo de Ingeniería Mecatrónica.

La presente obra estructura y soporta la investigación necesaria para la justificación, realización y ejecución del proyecto materia del presente documento.

Índice

CONTENIDO:

| | |
|--|----|
| 2. Agradecimientos..... | i |
| 3. Resumen..... | ii |
| CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO | 1 |
| 2.1- Introducción | 1 |
| 2.2- Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente. | 2 |
| 2.3- Problemas a resolver, priorizándolos. | 3 |
| 2.4 Justificación | 5 |
| 2.5 Objetivos (General y Específicos) | 6 |
| CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO..... | 7 |
| 3.1 Marco Teórico (fundamentos teóricos). | 7 |
| CAPÍTULO 4: DESARROLLO | 41 |
| 4.1 METODOLOGÍA | 41 |
| CAPÍTULO 5: RESULTADOS..... | 44 |
| 5.1 Resultados | 44 |
| CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES | 63 |
| 6.1 Conclusiones del Proyecto..... | 63 |
| CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS | 65 |
| 7.1 Competencias desarrolladas y/o aplicadas..... | 65 |
| CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN | 66 |
| 8.1 Fuentes de información | 66 |
| CAPÍTULO 9: ANEXOS..... | 67 |
| 17. Anexos..... | 67 |

Índice de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1.- Rol de limpieza..... | 49 |
| Tabla 2.- Control de vida de pines..... | 56 |
| Tabla 3.- Formato de refacciones..... | 57 |
| Tabla 4.- Indicadores de desempeño. | 60 |
| Tabla 5.- Indicadores de mantenimiento preventivo. | 60 |
| Tabla 6.- Indicadores de mantenimiento predictivo..... | 61 |
| Tabla 7.- Indicadores de tiempo medio entre reparaciones. | 61 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1.- Problemática actual de scrap. | 4 |
| Figura 2.- Ciclo Demyng o PH. | 10 |
| Figura 3.- Tiempo de operación..... | 19 |
| Figura 4.- Las 6 grandes pérdidas y la efectividad del equipo. | 27 |
| Figura 5.- Etapas de implantación del TPM. | 28 |
| Figura 6.- Inyectora de aluminio Haitian. | 35 |
| Figura 7.- Molde de inyección..... | 36 |
| Figura 8.- Mapa conceptual de la implementación del TPM. | 43 |
| Figura 9.- Organigrama. | 45 |
| Figura 10.- Componentes fuera de lugar. | 45 |
| Figura 11.- Molde con área despejada. | 46 |
| Figura 12.- Piezas fuera de orden. | 46 |
| Figura 13.- Área limpia sin obstrucciones. | 47 |
| Figura 14.- Área de trabajo sucia. | 47 |
| Figura 15.- Área de trabajo limpia. | 48 |
| Figura 16.- Elaboración de etiquetas para identificación de moldes. | 48 |
| Figura 17.- Colocación de etiquetas para su rápida detección..... | 49 |
| Figura 18.- Diseños de pines y camisa de moldes..... | 51 |
| Figura 19.- Nuevo diseño de boquilla de enfriamiento para manga de inyectora. | 51 |
| Figura 20.- Formato de inventario. | 52 |
| Figura 21.- Formato sin inventario..... | 52 |
| Figura 22.- Plan de responsables de cada trabajo..... | 53 |
| Figura 23.- Área de inventario. | 53 |
| Figura 24.- Refacciones fuera de lugar..... | 54 |
| Figura 25.- Formato sin Control de vida. | 55 |
| Figura 26.- Formato de control de vida..... | 55 |
| Figura 27.- Formato de registro de cambio de moldes. | 55 |
| Figura 28.- Formato de mantenimiento para troqueles. | 57 |
| Figura 29.- Layout anterior de área moldes. | 58 |
| Figura 30.- Layout actual área moldes. | 59 |
| Figura 31.- Grafica actual de scrap..... | 62 |

CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO

2.1- Introducción

Actualmente las empresas invierten en capacitaciones y/o en entrenamiento sobre TPM (mantenimiento productivo total), con la finalidad de conservar las maquinas en óptimas condiciones, evitando gastos por reparaciones mayores o sustitución de equipos, así como para evitar paros de producción por averías o condiciones no favorables.

El TPM es un sistema de gestión de mantenimiento integral basado en recursos que se enfoca fuertemente en mejorar la efectividad, productividad y eliminación de pérdidas por paros de producción. Conceptos orientados a cero, como tolerancia cero para los residuos, los defectos, averías y cero accidentes se están convirtiendo en un requisito previo en la industria de fabricación y ensamble. En esta situación, un concepto revolucionario de Mantenimiento Productivo Total (TPM) se ha adoptado en muchas industrias en todo el mundo para abordar el problema mencionado anteriormente. El objetivo de cualquier programa TPM es mejorar la productividad y la calidad junto con una mayor moral de los empleados y satisfacción laboral. El mantenimiento preventivo anterior se consideraba un proceso sin valor agregado, pero ahora es esencial requisito de un ciclo de vida más largo de las máquinas en una industria. TPM es un enfoque innovador para el mantenimiento que optimiza efectividad del equipo, elimina averías y promueve el mantenimiento autónomo del operador durante el día a día, actividades que involucran a la fuerza laboral total. El mantenimiento productivo total es una herramienta ampliamente usada en las áreas productivas, la cual está encaminada a incrementar la disponibilidad de la maquinaria y equipo de producción, así como los beneficios económicos de las empresas. Sin embargo, no se conocen los factores administrativos que aseguren su éxito de implantación.

Así, se concluye que el TPM pretende aumentar la disponibilidad y eficacia de la maquinaria y equipo manteniéndolo en el nivel óptimo de servicio e incrementar su ciclo de vida; por ende, también con la inversión mínima en recurso humanos (Cooke, 2000),

lo que permite disminuir y controlar la variación en el proceso de producción (Reed, 1996). Cuando no se implementa adecuadamente el TPM, entonces se corre el riesgo de incurrir en las seis grandes pérdidas, las cuales se manifiestan en tres aspectos fundamentales (Tajiri, M. y F. Gotoh, 1992): tiempos muertos o paro del sistema productivo, funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos y productos defectuosos o malfuncionamiento de las operaciones en un equipo.

2.2- Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.

DOITER; empresa de origen indo-estadounidense. Está ubicada en el “Parque Industrial San Francisco” en San Francisco de los Romo, Ags. México. Tiene como principales clientes algunas de las más grandes empresas mundiales como lo que son Nissan, Volkswagen y General Motors, así como también grandes empresas internacionales entre las cuales destacan Compas, Mubea, BRP, Borg Warner, entre otros.

Empresa dedicada a la manufactura por Fundición e Inyección de aluminio con inicio en el 2005, exportando piezas a Estados Unidos y Europa.

En el 2007 abre su primera planta en la india logrando exportar piezas para Volkswagen en el 2008 y para GM (General Motors) en 2009.

En el 2011 debido al crecimiento constante, se inauguró la planta 2 y en el 2014 la planta número 3. Dichos sucesos fueron realizados en la India, país de origen.

La ampliación del mercado para la empresa con la apertura de las diferentes plantas fue basta, obteniendo nuevos clientes de diferentes sectores industriales y en el 2015 se inició la producción de piezas no automotrices.

En el 2016 se abrió la primera planta en México que posteriormente fue trasladada a una nave industrial más grande en el 2017 a San Francisco de los Romo, Ags, en la cual actualmente se encuentra en un crecimiento y mejora constante logrando con esto la certificación ISO/IATF en el 2018.

En la actualidad la Planta en Aguascalientes cuenta con cuatro hornos de fundición, cinco de sostenimiento y cinco máquinas de inyección de 900, 800, 2 de 650 y 300 TON respectivamente, además de contar con equipos para los diferentes tipos de maquinados.

Cuenta con los departamentos de:

Dirección General, Calidad, Mantenimiento, Moldes, Recursos Humanos, Compras, Embarques, Producción, Die Cast, Maquinados y Seguridad e Higiene.

2.3- Problemas a resolver, priorizándolos.

En la empresa existe la ineficacia por parte de su personal, debido a la falta de planeación y estandarización del mantenimiento de los moldes e inyectoras de aluminio, ya que no se tiene una inspección periódica, ni mantenimientos preventivos de las mismas. Existe mucho tiempo muerto a la hora de producción, ya que cosas tan simples como el cambio de una refacción se vuelve tan difícil por la falta de organización de materiales e insuficiencia en el inventario, ya que no se sabe qué hace falta, en los moldes no se cuentan con planos de las refacciones estandarizados, cada proveedor tiene el uno distinto por lo tanto cuando uno de ellos falla no podemos encargarlo con otro por que el plano no está estandarizado, a continuación se observan los objetivos específicos.

1. Realizar un control de inventario.
2. Implementar un formato para el control de la vida de los moldes y estandarización de componentes de los mismos
3. Elaborar un plan de seguridad para los trabajadores que intervengan en las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de los moldes e inyectoras de aluminio.
4. Llevar un control de la vida útil de las puntas en las inyectoras.
5. Por falta del mantenimiento preventivo, no se cuentan calibrados los sensores de temperaturas de las inyectoras, lo que provoca que salgan las piezas con desgaste, mal llenado, poros, golpes, aplicando bien el mantenimiento este scrap se puede reducir drásticamente, en la figura 1 se tiene una gráfica con la problemática actual.



Estatus de scrap por falta de material en pieza Ago 15 - Sep

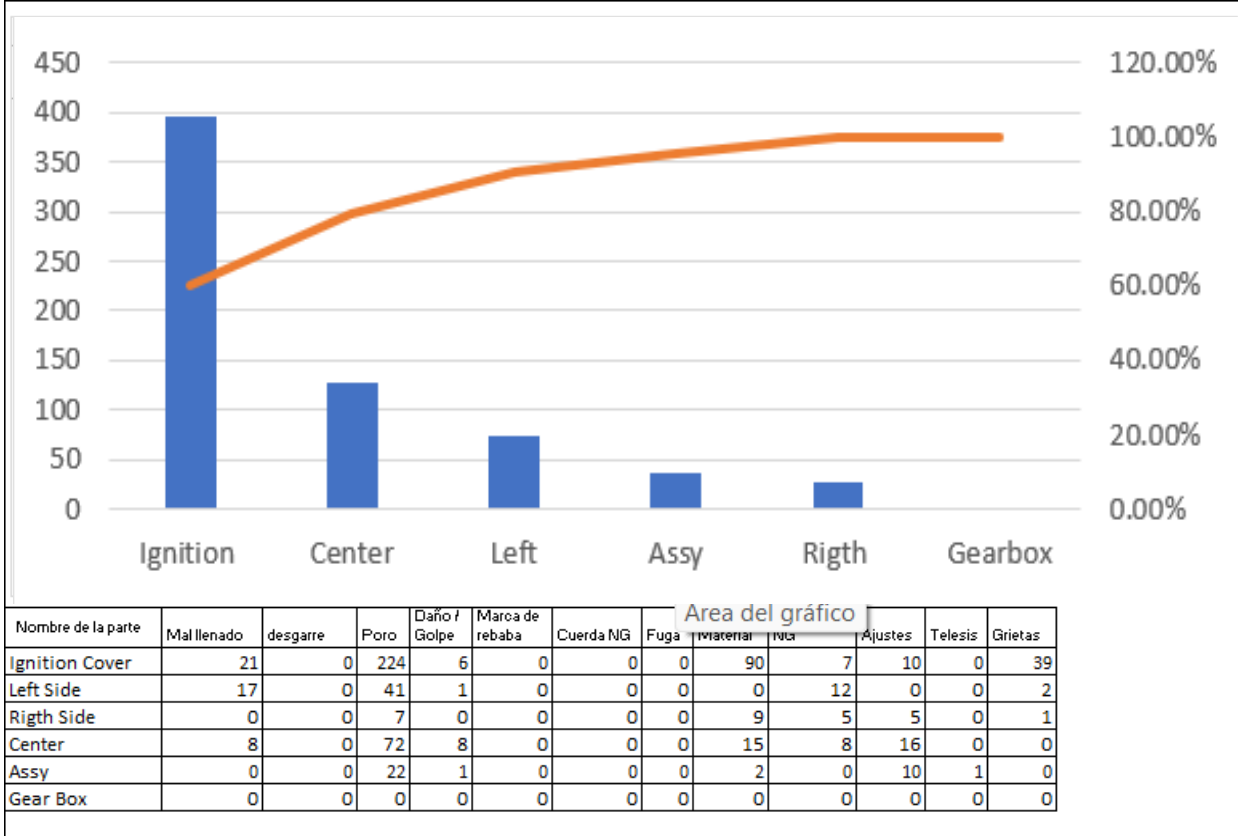


Figura 1.- Problemática actual de scrap.

2.4 Justificación

El mantenimiento que se realiza en planta es deficiente y tardado ocasionando retraso en la producción ya que no se tiene un mantenimiento predictivo, preventivo ni correctivo establecido para los herramentales de moldes e inyectoras ni sus componentes.

Este proyecto se realiza con el fin de solucionar las deficiencias en el mantenimiento de moldes e inyectoras con ayuda de un programa de mantenimiento y registro de refacciones de cada molde e inyectora usado en la planta. Al realizar un plan de mantenimiento efectivo ayudara a los técnicos a realizar las actividades de manera más eficiente, teniendo los datos correspondientes de que molde o inyectora está en reparación, con falla o en óptimas condiciones para su uso.

2.5 Objetivos (General y Específicos)

Objetivo general

Establecer un sistema de mantenimiento para moldes e inyectoras para la conservación, buen funcionamiento y aplazamiento de vida útil de los herramientas.

Objetivos específicos

- Realizar un control de inventarios eficiente para las refacciones de insertos, pines y botadores
- Implementación de documentos para el control de shots en moldes.
- Elaborar un plan de mantenimiento de acuerdo a las necesidades de la máquina: Esto con la finalidad de identificar el problema de forma fácil y resolverlo directamente para reducir tiempos y costos.
- Llevar un control de la vida útil de las puntas: Tener un control de la punta de cada inyectora para analizar su vida útil para tener un control.
- Estandarizar los planos en SolidWorks de los pines y botadores de los moldes, así como del sistema de enfriamiento de la manga.

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

3.1 Marco Teórico (fundamentos teóricos).

Historia del TPM

El origen del término “Mantenimiento Productivo Total” (TPM) se ha discutido en diversos escenarios. Mientras algunos afirman que fue iniciado por los manufactureros americanos hace más de cuarenta años, otros lo asocian al plan que se usaba en la planta Nippodenso, una manufacturera de partes eléctricas automotrices de Japón a fines de la década de los 60.

Seiichi Nakajima, un alto funcionario del Instituto Japonés de Mantenimiento de la Planta (JIPM), recibe el crédito de haber definido los conceptos de TPM y de ver por su implementación en cientos de plantas en Japón (Fernández., 2003.). Después de la segunda guerra mundial, las industrias japonesas llegaron a la conclusión de que para competir con éxito en el mercado mundial tenían que mejorar la calidad de sus productos. Con este fin, incorporaron técnicas de gestión y fabricación procedentes de los Estados Unidos y las adaptaron a sus particulares circunstancias. Posteriormente, sus productos llegaron a conocerse a través de todo el mundo por su calidad superior, concentrando la atención del mundo en el estilo japonés de técnicas de gestión (Gancedo Elías, 1996.).

El mantenimiento preventivo se introdujo en los años cincuenta y el mantenimiento productivo alcanzó un buen grado de implantación en los años sesenta. El desarrollo del TPM comenzó en los años setenta. El tiempo que precede a los años cincuenta puede denominarse período de “mantenimiento de averías (Hermida., 2005.).

Cuando nos referimos al TPM, se trata en realidad de mantenimiento productivo de estilo americano, modificado e intensificado para adaptarlo al entorno industrial japonés. El mantenimiento productivo reconoce la importancia de la fiabilidad, mantenimiento y eficiencia económica en el diseño de la planta, pero aplica la división del trabajo entre el

personal de mantenimiento y producción. El departamento de mantenimiento es el encargado de las reparaciones y entregar el equipo al departamento de producción para que cumpla con su función exclusiva de producir.

Contrariamente, muchas corporaciones japonesas han modificado el mantenimiento productivo americano de forma que todos los empleados pueden participar. En Japón, el TPM ha sido generalmente aceptado desde su introducción.

Beneficios del TPM

El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costes, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales.

Beneficios con respecto a la organización.

- Mejora de calidad del ambiente de trabajo.
- Mejor control de las operaciones.
- Incremento de la moral del empleado.
- Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas.
- Aprendizaje permanente.
- Creación de un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad.
- Redes de comunicación eficaces.
- Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas.
- Aprendizaje permanente.
- Creación de un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad.
- Redes de comunicación eficaces.

Beneficios con respecto a la seguridad.

- Mejora las condiciones ambientales.
- Cultura de prevención de eventos negativos para la salud.
- Incremento de la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas.
- Entendimiento del porqué de ciertas normas, en lugar de como hacerlo.
- Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes.
- Elimina radicalmente las fuentes de contaminación y polución.

Beneficios con respecto a la productividad

- Elimina pérdidas que afectan la productividad de las plantas.
- Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- Reducción de los costes de mantenimiento.
- Mejora de la calidad del producto final.
- Menor coste financiero por recambios.
- Mejora de la tecnología de la empresa.
- Aumento de la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado.
- Crea capacidades competitivas desde la fábrica.

Una vez que un buen programa de TPM (Mantenimiento Productivo Total) toma lugar, los beneficios comienzan a fluir hacia toda la organización. Para crear el ambiente adecuado, debemos siempre cumplir con los requisitos más elementales:

- Compromiso total por parte de la alta gerencia.
- Difusión adecuada del plan y sus resultados.
- Auténtica delegación de la responsabilidad de decidir y respeto mutuo a todos los niveles.

- Mejor control de las operaciones.
- Mejora de la tecnología de la empresa.

Procesos fundamentales TPM (pilares)

Los procesos fundamentales han sido llamados por el JIPM como "pilares". Estos pilares sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva.

Los pilares considerados por el JIPM como necesarios para el desarrollo del TPM en una organización son:

Mejoras enfocadas o kobetsu kaisen

Son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo con el objetivo de maximizar la Efectividad Global de Equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos funcionales e interfuncionales que emplean metodología específica y centran su atención en la eliminación de las pérdidas existentes en las plantas industriales. Se trata de desarrollar el proceso de mejora continua similar al existente en los procesos de Control Total de Calidad aplicando procedimientos y técnicas de mantenimiento. Si una organización cuenta con actividades de mejora similares, simplemente podrá incorporar dentro de su proceso, Kaizen o mejora, nuevas herramientas desarrolladas en el entorno TPM. No deberá modificar su proceso de mejora actual. Las técnicas TPM ayudan a eliminar ostensiblemente las averías de los equipos. El procedimiento seguido para realizar acciones de mejoras enfocadas sigue los pasos del conocido Ciclo Deming o PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar). El desarrollo de las actividades Kobetsu Kaizen se realizan a través de los pasos mostrados en la figura 2:



Figura 2.- Ciclo Demyng o PH.

Mantenimiento autónomo o jishu hozen

Una de las actividades del sistema TPM es la participación del personal de producción en las actividades de mantenimiento. Este es uno de los procesos de mayor impacto en la mejora de la productividad. Su propósito es involucrar al operador en el cuidado del equipo a través de un alto grado de formación y preparación profesional, respeto de las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden. El mantenimiento autónomo se fundamenta en el conocimiento que el operador tiene para dominar las condiciones del equipo, esto es, mecanismos, aspectos operativos, cuidados y conservación, manejo, averías, etc. Con este conocimiento los operadores podrán comprender la importancia de la conservación de las condiciones de trabajo, la necesidad de realizar inspecciones preventivas, participar en el análisis de problemas y la realización de trabajos de mantenimiento liviano en una primera etapa, para luego asimilar acciones de mantenimiento más complejas.

El Mantenimiento Autónomo está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento.

Estas actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operarios. Los operarios deben ser entrenados y deben contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo que operan.

Mantenimiento planificado o progresivo

El objetivo del mantenimiento planificado es el de eliminar los problemas del equipo a través de acciones de mejora, prevención y predicción. Para una correcta gestión de las actividades de mantenimiento es necesario contar con bases de información, obtención de conocimiento a partir de los datos, capacidad de programación de recursos, gestión

de tecnologías de mantenimiento y un poder de motivación y coordinación del equipo humano encargado de estas actividades.

Mantenimiento de calidad o hinshitsu hozen

Esta clase de mantenimiento tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen directo impacto en las características de calidad del producto. Frecuentemente se entiende en el entorno industrial que los equipos producen problemas cuando fallan y se detienen, sin embargo, se puede presentar averías que no detienen el funcionamiento del equipo pero producen pérdidas debido al cambio de las características de calidad del producto final. El mantenimiento de calidad es una clase de mantenimiento preventivo orientado al cuidado de las condiciones del producto resultante.

Mantenimiento de Calidad NO es:

- Aplicar técnicas de control de calidad a las tareas de mantenimiento.
- Aplicar un sistema ISO a la función de mantenimiento.
- Utilizar técnicas de control estadístico de calidad al mantenimiento.
- Aplicar acciones de mejora continua a la función de mantenimiento.

Mantenimiento de Calidad ES:

- Realizar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad.
- Prevenir defectos de calidad certificando que la maquinaria cumple las condiciones para “cero defectos” y que estas se encuentran dentro de los estándares técnicos.

- Observar las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones adelantándose a la situación de anomalía potencial.
- Realizar estudios de ingeniería del equipo para identificar los elementos del equipo que tienen una alta incidencia en las características de calidad del producto final, realizar el control de estos elementos de la máquina e intervenir estos elementos.

Prevención del mantenimiento

Son aquellas 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 costes de mantenimiento durante su explotación. Una empresa que pretende adquirir nuevos equipos puede hacer uso del historial del comportamiento de la maquinaria que posee, con el objeto de identificar posibles mejoras en el diseño y reducir drásticamente las causas de averías desde el mismo momento en que se negocia un nuevo equipo. Las técnicas de prevención de mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad, esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencia de averías y reparaciones.

Mantenimiento predictivo (mp):

Introducida en la década de 1960, esta es una actividad en la que el equipo está diseñado de tal manera que no requiere mantenimiento y es ideal para que se logre la condición de "lo que deben ser el equipo y la línea" (Steinbacher, 1993). En el desarrollo de nuevos equipos, las iniciativas de MP deben comenzar en la etapa de diseño y debe apuntar estratégicamente a garantizar equipo, fácil de cuidar y fácil de usar, de modo que los operadores puedan reequipar fácilmente, ajustar, y ejecutarlo de otra manera (Shirose, 1992).

El mantenimiento predictivo, a menudo funciona utilizando el aprendizaje de fallas de equipos anteriores, mal funcionamiento del producto, retroalimentación de las áreas de producción, clientes y funciones de marketing para garantizar el funcionamiento sin complicaciones para los sistemas de producción nuevos o existentes.

Mantenimiento preventivo (pm)

Este concepto se introdujo en 1951, que es una revisión física del equipo para evitar averías y prolongar la vida útil del equipo. PM comprende las actividades de mantenimiento que después de un período específico de tiempo o cantidad de uso de la máquina es necesaria una intervención para comprobar el estado de la máquina (Herbaty, 1990). Durante esta fase, la función de mantenimiento se establece y se basa en el tiempo.

Este tipo de mantenimiento se basa en la probabilidad estimada de que el equipo presente una avería o podría experimentar deterioro y disminuya su rendimiento en el intervalo especificado. El trabajo preventivo realizado puede incluir lubricación, limpieza, reemplazo, apriete y ajuste de piezas.

Mantenimiento correctivo

Este es un sistema, introducido en 1957, en el que el concepto para prevenir fallas en el equipo se amplía aún más para ser aplicado a la mejora para que se pueda eliminar la falla del equipo (mejorando la confiabilidad).

La principal diferencia entre el mantenimiento correctivo y preventivo es que el problema debe existir antes de que se tomen las acciones correctivas. El propósito del mantenimiento correctivo es mejorar la confiabilidad del equipo, sustentabilidad y seguridad; debilidades de diseño (material, formas); existente en el equipo, sufre una reforma estructural; para reducir el deterioro y las fallas. La información de mantenimiento, obtenida de CM, es útil para la prevención de fallas para el próximo equipo y la mejora de las instalaciones existentes.

Mantenimiento en áreas administrativas

Esta clase de actividades no involucra el equipo productivo.

Departamentos como planificación, desarrollo y administración no producen un valor directo como producción, pero facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente, con los menores costos, oportunidad solicitada y con la más alta calidad. Su apoyo normalmente es ofrecido a través de un proceso productivo de información.

Entrenamiento y desarrollo de habilidades de operación

Las habilidades tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo con las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. Es el conocimiento adquirido a través de la reflexión y experiencia acumulada en el trabajo diario durante un tiempo.

El TPM requiere de un personal que haya desarrollado habilidades para el desempeño de las siguientes actividades:

- Habilidad para identificar y detectar problemas en los equipos.
- Comprender el funcionamiento de los equipos.
- Entender la relación entre los mecanismos de los equipos y las características de calidad del producto.
- Poder de analizar y resolver problemas de funcionamiento y operaciones de los procesos. 20

- Capacidad para conservar el conocimiento y enseñar a otros compañeros.
- Habilidad para trabajar y cooperar con áreas relacionadas con los procesos industriales.

Las 5 S's, una filosofía esencial

Basada en palabras japonesas que comienzan con una "S", esta filosofía se enfoca en trabajo efectivo, organización del lugar y procesos estandarizados de trabajo.

5 S's simplifica el ambiente de trabajo, reduce los desperdicios y actividades que no agregan valor, al tiempo que incrementa la seguridad y eficiencia de calidad.

- Seiri (ordenamiento o acomodo), la primera "S" se refiere a eliminar del área de trabajo todo aquello que no sea necesario. Una forma efectiva de identificar estos elementos que habrán de ser eliminados es llamada "etiquetado en rojo". En efecto una tarjeta roja (de expulsión) es colocada a cada artículo que se considera no necesario para la operación. Enseguida, estos artículos son llevados a un área de almacenamiento transitorio. Más tarde, si se confirmó que eran innecesarios, estos se dividirán en dos clases, los que son utilizables para otra operación y los inútiles que serán descartados.

Este paso de ordenamiento es una manera excelente de liberar espacios de piso desechando cosas tales como: herramientas rotas, aditamentos o herramientas obsoletas, recortes y excesos de materia prima. Este paso también ayuda a eliminar la mentalidad de "Por Si Acaso".

- Seiton (Todo en Su Lugar), es la segunda "S" y se enfoca a sistemas de guardado eficientes y efectivos.
 - a) ¿Qué necesito para hacer mi trabajo?
 - b) ¿Dónde lo necesito tener?
 - c) ¿Cuántas piezas de ello necesito?

Algunas estrategias para este proceso de "todo en Su lugar" son: pintura de pisos delimitando claramente áreas de trabajo y ubicaciones, tablas con siluetas, así como

estantería modular y/o gabinetes para tener en su lugar cosas como un bote de basura, una escoba, trapeador, cubeta, etc. ¡No nos imaginamos cómo se pierde tiempo buscando una escoba que no está en su lugar! Esa simple escoba debe tener su lugar donde todo el que la necesite, la halle. "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar".

- Seiso (¡que brille!), Una vez que ya hemos eliminado la cantidad de estorbos y hasta basura, y relocalizado lo que sí necesitamos, viene una limpieza del área. Cuando se logre por primera vez, habrá que mantener una diaria limpieza a fin de conservar el buen aspecto y comodidad de esta mejora. Se desarrollará en los trabajadores un orgullo por lo limpia y ordenada que tienen su área de trabajo. Este paso de limpieza realmente desarrolla un buen sentido de propiedad en los trabajadores. Al mismo tiempo comienzan a aparecer evidentes problemas que antes eran ocultados por el desorden y suciedad. Así, se dan cuenta de fugas de aceite, aire, refrigerante, partes con excesiva vibración o temperatura, riesgos de contaminación, partes fatigadas, deformadas, rotas, desalineamiento, etc. Estos elementos, cuando no se atienden, pueden llevarnos a una falla del equipo y pérdidas de producción, factores que afectan las utilidades de la empresa.
- Seiketsu (Estandarizar), Al implementar las 5S's, nos debemos concentrar en estandarizar las mejores prácticas en nuestra área de trabajo. Dejemos que los trabajadores participen en el desarrollo de estos estándares o normas.

Estas normas son fuentes de información muy valiosas en lo que se refiere a su trabajo, pero con frecuencia no se les toma en cuenta. Pensemos en lo que McDonald's, Pizza Hut, UPS, el Ejército de los EE.UU. serían si no tuvieran efectivas normas de trabajo o estándares.

- Shitsuke (Sostener), Esta "S" es la más difícil de alcanzar e implementar. La naturaleza humana es resistir el cambio y no pocas organizaciones se han

encontrado dentro de un taller sucio y amontonado a solo unos meses de haber intentado la implementación de las "5S's". Existe la tendencia de volver a la tranquilidad del "Status Quo" y la "tradicional" forma de hacer las cosas.

El sostenimiento consiste en establecer un nuevo "status quo" y una nueva serie de normas o estándares en la organización del área de trabajo. Una vez bien implementado, el proceso de las 5S's eleva la moral, crea impresiones positivas en los clientes y aumenta la eficiencia la organización. No solo se sienten los trabajadores mejor acerca del lugar donde trabajan, sino que el efecto de superación continua genera menores desperdicios y mejor calidad de productos, cualquiera de los cuales, hace a nuestra organización más remunerativa y competitiva en el mercado (Y. Gonzalez, 2011.).

La efectividad global de los equipos (ege).

Es un indicador que muestra las pérdidas reales de los equipos medidas en tiempo. Este indicador posiblemente es el más importante para conocer el grado de competitividad de una planta industrial. Está compuesto por los siguientes tres factores:

- Disponibilidad: mide las pérdidas de disponibilidad de los equipos debido a paradas no programadas.
- Eficiencia de rendimiento: Mide las pérdidas por rendimiento causadas por el mal funcionamiento del equipo, no funcionamiento a la velocidad y rendimiento original determinada por el fabricante del equipo o diseño.
- Índice de calidad: Estas pérdidas por calidad representan el tiempo utilizado para elaborar productos que son defectuosos o tienen problemas de calidad. Este tiempo se pierde ya que el producto se debe destruir o reprocesar. Si todos los productos son perfectos no se producen estas pérdidas de tiempo del funcionamiento del equipo.

La EGE es un índice importante en el proceso de introducción y durante el desarrollo del TPM. Este indicador responde elásticamente a las acciones realizadas tanto de mantenimiento autónomo, como de otros pilares TPM. Una buena medida inicial de EGE ayuda a identificar las áreas críticas donde se podría iniciar una experiencia piloto TPM. Sirve para justificar a la alta dirección sobre la necesidad de ofrecer el apoyo de recursos necesarios para el proyecto y para controlar el grado de contribución de las mejoras logradas en la planta. Las cifras que componen el EGE nos ayudan a orientar el tipo de acciones TPM y la clase de instrumentos que debemos utilizar para el estudio de los problemas y fenómenos.

El EGE sirve para construir índices comparativos entre plantas (benchmarking) para equipos similares o diferentes. En aquellas líneas de producción complejas se debe calcular el EGE para los equipos componentes, esta información será útil para definir en el tipo de equipo en el que hay que incidir con mayor prioridad con acciones TPM. Algunos directivos de planta consideran que obtener un valor global EGE para un proceso complejo o una planta no es útil del todo, ya que puede combinar múltiples causas que cambian diariamente y el efecto de las acciones del TPM no se logran apreciar adecuadamente en el EGE global. Por este motivo es mejor obtener un valor de EGE por equipo, con especial atención en aquellos que han sido seleccionados como piloto o modelo (M. B. Abella, 2015.).

Cálculo de la efectividad Global de los Equipos (EGE):



Figura 3.- Tiempo de operación.

DISPONIBILIDAD:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{(TO - PP) - PNP}{(TO - PP)} * 10$$

ÍNDICE DE RENDIMIENTO:

$$\text{Indice de Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo ideal de ciclo} * \text{Cantidad procesada}}{\text{Tiempo de funcionamiento real}}$$

TASA DE CALIDAD:

$$\text{Tasa de Calidad} = \frac{\text{Piezas producidas} - \text{Rechazos}}{\text{Piezas producidas}}$$

Las seis grandes pérdidas

El TPM aumenta al máximo la efectividad del equipo a través de dos tipos de actividad:

- Cuantitativa: aumentando la disponibilidad total del equipo y mejorando su productividad dentro de un período dado de tiempo operativo.
- Cualitativa: reduciendo el número de productos defectuosos estabilizando y mejorando la calidad. La meta del TPM es aumentar la eficacia del equipo de forma que cada pieza del mismo pueda ser operada óptimamente y mantenida a ese nivel. El personal y la maquinaria deben funcionar ambos de manera estable bajo condiciones de averías y defectos cero. Aunque sea difícil aproximarse al cero, el creer que los defectos cero pueden lograrse es un requerimiento importante para el éxito del TPM. La efectividad del equipo se limita por los seis tipos de pérdidas siguientes:

- Pérdidas por averías.

Las averías son el grupo de pérdidas más grande de entre las seis citadas. Hay dos tipos: averías de pérdida de función y averías de reducción de función. Las averías de pérdida de función suelen producirse esporádicamente (de repente) y son fáciles de detectar ya que son relativamente dramáticas: el equipo se detiene por completo. Por otra parte, las averías de función reducida permiten que el equipo siga funcionando, pero a un nivel de eficacia inferior. Un ejemplo sería el de una lámpara fluorescente que empieza a apagarse o empieza a perder fuerza intermitentemente. Muchas veces se descubren las averías de función reducida sólo después de una exhaustiva observación, pero cuando no se detectan pueden causar momentos de inactividad y paradas pequeñas, repeticiones de trabajos, velocidad reducida y otros problemas y pueden llegar a ser la causa de averías de falla de función esporádicas.

En general, las averías pueden causarse por todo tipo de factores, pero solemos darnos cuenta únicamente de los grandes defectos y pasamos por alto la multitud de defectos pequeños que también contribuyen a ellas. Obviamente, los grandes defectos merecen nuestra atención, pero los defectos pequeños merecen igual atención porque se acumulan y también causan averías.

De hecho, muchas se producen simplemente por no hacer caso a detalles que parecen insignificantes tales como un tornillo suelto, abrasión, suciedad y contaminantes, y los efectos de estas pequeñas cosas se acumulan hasta afectar a la eficacia del equipo.

Para alcanzar la meta de cero averías hay que llevar a cabo las siguientes siete acciones:

- Impedir el deterioro acelerado.

El deterioro acelerado es simplemente un deterioro generado artificialmente. Por ejemplo, en talleres donde el equipo se sobrecalienta porque no se repone aceite tan a

menudo como se debería o donde no se hacen controles o ajustes al equipo. Pronto, una pieza suelta afecta a otras y se produce una reacción en cadena que finalmente acaba en avería. Cuando el deterioro acelerado se deja sin corregir se acorta la vida del equipo y ocurren averías. De hecho, la mayoría de las averías se deben al deterioro acelerado. La mayoría de los talleres están plagados de esto y no es de sorprender que haya tantas averías como hay. Por lo tanto, el primer paso decisivo hacia la reducción de averías tiene que ser obviamente la eliminación del deterioro acelerado.

- Mantenimiento de condiciones básicas del equipo.

Existen actividades básicas -limpieza, orden, lubricación, inspección y ajuste- que hay que llevar a cabo para mantener las condiciones básicas del equipo. Si éstas no se realizan periódicamente seguramente el equipo sufrirá muchas averías. Hay varias razones por las cuales los trabajadores no mantienen las condiciones básicas del equipo. A veces algunos no saben cómo y otros saben cómo hacerlo, pero están demasiado despreocupados o preocupados para molestarse. Hay que enseñar a los que no saben, pero no sólo enseñarles cómo hacer las actividades básicas del mantenimiento, sino también la razón de su importancia. A veces los trabajadores realmente tienen ganas de mantener las condiciones básicas del equipo, pero por alguna razón les es demasiado difícil. Por ejemplo, hacer un control a una máquina puede necesitar un proceso de desmontaje que exige mucho tiempo tal como, por ejemplo, quitar una tapa que está fijada con pernos, o subir una escalera alta, plataforma u otros elementos peligrosos. En estos casos no hay más remedio que mejorar el equipo para que su mantenimiento sea más fácil. Adherirse a las condiciones correctas de operación. Muchas averías es el resultado de un equipo que tiene que "esforzarse" para operar más allá de su rango normal porque no se cumplen las condiciones normales. Operar un equipo bajo condiciones que sobrepasan los límites especificados en el manual de operaciones – tales como sobrecargarlo al permitir que el fluido hidráulico se sobrecaliente o utilizar una potencia de 24V cuando se especifica una potencia de 12V- es exponer el equipo a averías.

- Mejorar la calidad del mantenimiento.

A veces ocurren averías en piezas recientemente reemplazadas o reparadas debido a que el trabajador de mantenimiento no conocía las técnicas necesarias para llevar a cabo correctamente la reparación o instalación. Para impedir que ocurran estos errores, hay que mejorar los niveles de conocimiento técnico a través de la formación y de esta manera mejorar la calidad del trabajo de mantenimiento. Hacer que el trabajo de reparación sea algo más que una medida transitoria El trabajo de reparación normalmente se realiza con el apremio de poner el equipo en marcha con la mayor rapidez posible sin dar demasiada importancia a conocer las causas de la avería. Por ejemplo, si la causa más obvia era un tornillo que mantenía un cilindro en su sitio, el trabajo de reparación muchas veces consiste simplemente en reemplazar el tornillo sin investigar por qué se rompió. Obviamente, tal actitud da lugar a una repetición del mismo problema. Lo que hace falta aquí es una actitud que busque la raíz del problema lo cual, hay que admitirlo, no siempre se puede encontrar. Sin esto, sin embargo, no puede existir el mantenimiento exhaustivo que requiere el TPM.

- Corregir debilidades de diseño.

Una razón por la cual las averías se hacen crónicas es que no se lleva a cabo una investigación suficiente de las debilidades incorporadas en el diseño del equipo, tales como mecanismos mal diseñados, malas configuraciones de sistemas, o selección incorrecta de materiales. Con demasiada frecuencia, no hay ninguna investigación que trate los defectos de diseño, o si la hay no se profundiza lo suficiente como para descubrir las implicaciones totales. Como resultado, el mantenimiento no está orientado hacia la mejora y por lo tanto las averías se hacen crónicas. Aprender lo máximo posible de cada avería Una vez que haya ocurrido una avería, asegúrese de aprender todo lo que pueda sobre ella. Al estudiar las causas, condiciones preexistentes y exactitud de métodos utilizados anteriormente en controles y reparaciones se puede aprender mucho sobre cómo impedir que la avería vuelva a ocurrir no sólo en el equipo afectado, sino también en modelos parecidos. Se pueden aprender muchas cosas de una avería y es

lamentable que no se aproveche más de estas experiencias. A menudo los informes de una avería se archivan y quedan olvidados cuando podrían servir como referencia en el futuro. Hay que aprender a aprovechar material de referencia de este tipo porque puede enseñar a trabajadores de mantenimiento y operarios lo que ellos pueden hacer para impedir las averías.

- Pérdidas por preparación y ajuste

Las pérdidas por preparación y ajustes son pérdidas que se deben a paradas que ocurren durante el proceso de re utillaje. Las pérdidas por preparación y ajuste comienzan cuando la fabricación de un producto se ha concluido, y finaliza cuando se consigue la calidad estándar en la fabricación del producto siguiente. Los ajustes son los que consumen la mayor parte del tiempo.

A veces se necesitan de los ajustes debido a una falta de rigidez o alguna otra deficiencia mecánica. Sin embargo, al intentar reducir el número de ajustes primero hay que investigar los mecanismos de ajuste y dividir los ajustes en los evitables (que se pueden mejorar) y los inevitables (no mejorables).

- Pérdidas por tiempos muertos y paradas pequeña

A diferencia de las averías ordinarias la inactividad y paradas pequeñas son el resultado de problemas transitorios en el equipo. Por ejemplo, una pieza puede atascarse en una tolva o un sensor de control de calidad puede parar temporalmente el equipo. Tan pronto como alguien quita la pieza atascada o vuelve a poner en marcha el sensor, funciona normalmente de nuevo.

Por lo tanto, la inactividad y paradas pequeñas difieren cualitativamente de las averías normales, pero tienen tanta o mayor incidencia que ellas en la eficacia del equipo sobre todo en máquinas de proceso automático, de ensamble o de línea. Ya que se pueden restaurar con bastante facilidad los tiempos muertos y paradas pequeñas, hay una tendencia a pasarlos por alto y no considerarlos como pérdidas. Pero son, de hecho,

pérdidas y esto hay que hacerlo entender a todo el mundo. Sin embargo, aún después de haber explicado esto, puede que sea difícil entender la importancia de las pérdidas por tiempos muertos desde un punto de vista cuantitativo. Por ello, mientras no se haga patente su nocividad, difícilmente se podrán tomar medidas exhaustivas para eliminarlas. En fábricas con muchas unidades de equipos, cada caso de inactividad o parada pequeña necesitará su tiempo de reparación, pero obviamente cuanto más tiempo se tarda, más grande es el problema. Hoy en día cada vez más fábricas que han ido reduciendo su personal, sufren inactividad y paradas pequeñas que suponen un problema muy grave pues no hay nadie allí que pueda responder de inmediato. Entonces, en estos casos, es esencial la meta de cero inactividades y paradas pequeñas.

- Pérdidas por reducción de velocidad.

Las pérdidas por reducción de velocidad se producen cuando hay una diferencia entre la velocidad prevista en el diseño de la máquina y su velocidad de operación actual. Las pérdidas por reducción de velocidad se ignoran generalmente, aunque constituyen un gran obstáculo para la eficacia del equipo y deben estudiarse cuidadosamente.

La meta debe ser eliminar el desfase entre la velocidad de diseño y la actual.

El equipo puede estar operando por debajo de la velocidad ideal o de diseño por una variedad de razones: problemas mecánicos y calidad defectuosa, una historia de problemas anteriores o el temor de sobrecargar el equipo. A menudo, simplemente no se conoce la velocidad óptima. Por otro lado, aumentar deliberadamente la velocidad de operación contribuye a la resolución de problemas revelando fallos latentes en la condición del equipo.

- Defectos de calidad y repetición de trabajos.

Los defectos de calidad y trabajos rehechos son pérdidas originadas por disfunciones de las máquinas. En general, los defectos esporádicos se corrigen fácil y rápidamente devolviendo el equipo a su condición normal. Estos defectos incluyen los aumentos súbitos en la cantidad de defectos u otros fenómenos dramáticos. Por otra parte, las causas de los defectos crónicos son de identificación difícil. Las reparaciones rápidas para restaurar el status de la máquina raramente resuelven el problema, y las condiciones que realmente causan los defectos pueden ignorarse o dejarse de lado. Deben también registrarse como pérdidas crónicas, y no ignorarse, los defectos que se pueden corregir a través de rectificaciones y trabajos rehechos. La eliminación de los defectos crónicos, como las averías crónicas, exige una profunda investigación y medidas innovadoras. Deben determinarse las condiciones que provocan los defectos y entonces controlarse eficazmente. La meta principal es siempre la eliminación total de los defectos. Ya que hay distintos tipos de defectos -esporádicos y crónicos- alcanzar la meta de cero defectos se vuelve cada vez más difícil. Llegar a ella, requiere la consideración de medidas basadas en una comprensión amplia de todos los defectos.

- Pérdidas de puesta en marcha.

Las pérdidas entre la puesta en marcha y la producción estable son las que ocurren debido al rendimiento reducido entre el momento de arranque de máquina y la producción estable. Muchas veces, las pérdidas entre la puesta en marcha y la producción estable son difíciles de identificar y su alcance varía según la estabilidad de las condiciones del proceso, la disponibilidad de plantillas y troqueles, la formación de los trabajadores, las pérdidas debidas a operaciones de prueba y otros factores. En todo caso, el resultado radica en tener muchas (Santos, 2001).

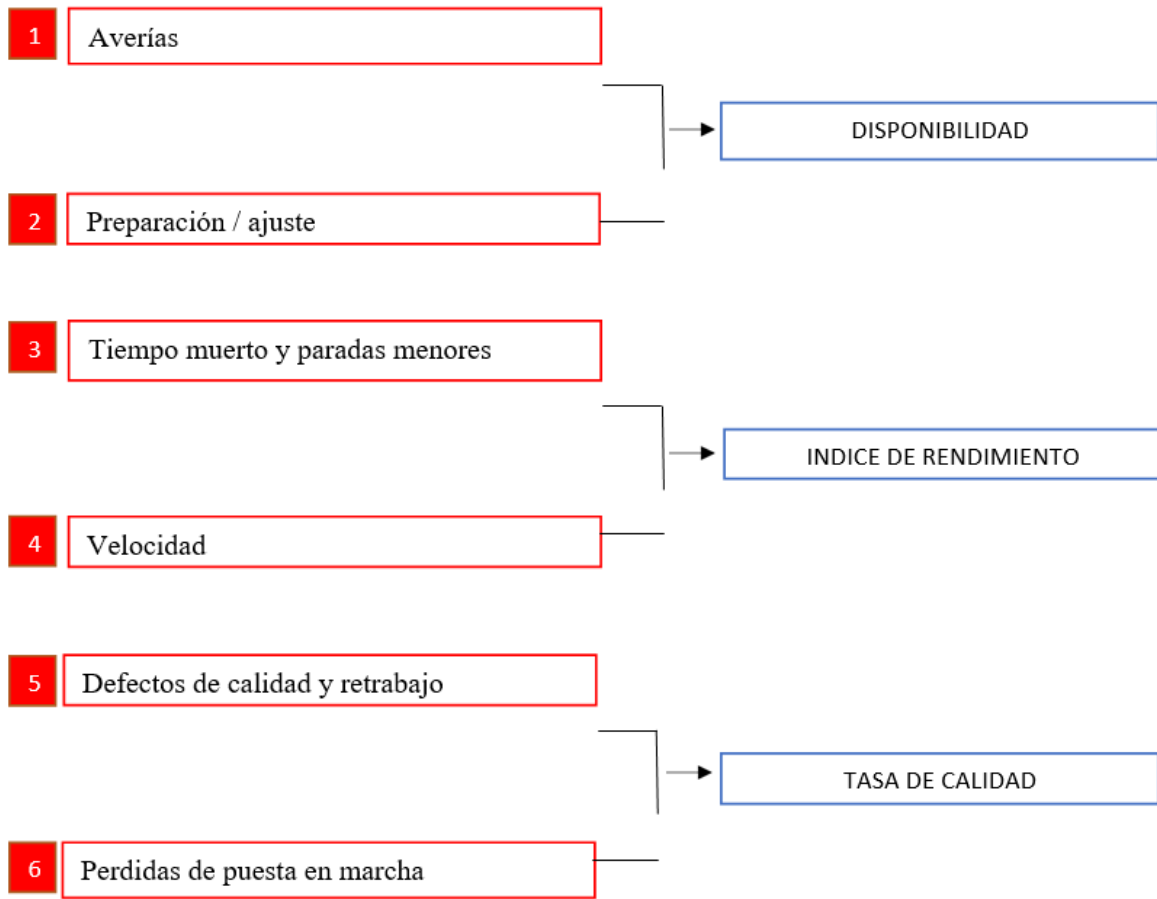


Figura 4.- Las 6 grandes pérdidas y la efectividad del equipo.

3.22 Implantación del TPM

Para la implantación de la fase preparatoria del TPM en una empresa, se ha estimado una media de 3 a 6 meses y de 2 a 3 años, considerando que se ha seguido los 12 pasos de la implementación del TPM (Soler., 2014).



Figura 5.- Etapas de implantación del TPM.

3.23 Etapa inicial 1º Paso

Compromiso de la alta gerencia Es muy importante el compromiso por parte de la alta gerencia lo que no solo debe estar comprometida sino también involucrada, además este compromiso debe ser divulgado a todos los niveles indicando las intenciones y expectativas con relación al método. Los informes emitidos por la dirección superior informando sobre la decisión de implantación, deben ser comunicados durante reuniones tanto del directorio como de las gerencias y divulgados a través de escritos.

Es recomendable que la decisión de implantar el TPM se divulgue de manera formal a través de documentos que circulen por la empresa para el conocimiento de todos los empleados. La alta gerencia debe estar consciente y segura de cumplir los siguientes puntos y así obtener el éxito en la implantación del TPM:

- Verificar personalmente el nivel de comprensión de los colaboradores, a través de visitas a las áreas.
- Verificar y celar por la correcta divulgación de los conceptos de TPM.
- Cuidar para que sean desarrolladas siempre con actitudes positivas.
- Brindar elogios por el esfuerzo del trabajo realizado.
- Verificar y comentar los resultados presentados evitando extrapolaciones y conclusiones apresuradas.
- Mostrarse interesado por los problemas y ofrecer ayuda a los grupos.
- Usar las críticas moderadamente y que sean siempre para incentivar el trabajo.
- Cuando se presenten preguntas, hablar abierta y francamente sobre los problemas tratando de motivar el grupo en la búsqueda de soluciones.

2ºPaso – Campaña de difusión del método

La meta del TPM es la reestructuración de la cultura empresarial a través del perfeccionamiento, tanto de los recursos humanos como de los equipos y de las instalaciones. Basado en esto, se debe elaborar un programa de educación introductoria a todos los niveles. El TPM no funciona cuando se trata de colocarlo inmediatamente después de la decisión de la alta gerencia.

Su implantación demanda una adecuada capacitación y educación previa. Se debe capacitar al personal de todas las áreas para que todos puedan cooperar y participar de las actividades pertinentes. Además de esto, se recomienda una campaña con carteles y otros medios de divulgación.

3ºPaso – Definición del comité de coordinación y nombramiento de los responsables para la gestión del programa y formación de los grupos de trabajo.

En este paso se establece un comité de coordinación de implantación (de preferencia jefes de departamentos) que a su vez nombrarán sus equipos de trabajo en cada área. El TPM está basado en las actividades en equipo realizadas por los trabajadores. Estos

equipos o grupos son liderados, en las respectivas etapas, por elementos que se destacan en las funciones de supervisión. Como el éxito depende enormemente de la selección, tanto del jefe, del comité, como de los encargados de la implantación, estos deben ser seleccionados en el ámbito de las personas más responsables para desarrollar esas funciones.

4°Paso – Política básica y metas.

Promoción del TPM como parte de una política y de una administración objetiva, esclareciendo su integración, a mediano y largo plazo, con las políticas de la empresa, así como la introducción de su meta en el objetivo comercial de la empresa. Se deben definir las metas a ser obtenidas como: porcentajes de reducción de fallas, porcentajes de incremento de la disponibilidad, porcentajes de aumento de la productividad, etc. Estas metas se deben establecer tomando como referencia los valores actuales.

5°Paso – Plan piloto.

Se debe establecer un plan piloto para el acompañamiento desde la preparación para la introducción del TPM hasta su implantación definitiva para posibilitar la verificación de los progresos obtenidos, establecer parámetros actuales y comparar con el desarrollo cambiando los esquemas, si fuese necesario. Como el TPM se destina al perfeccionamiento de los recursos humanos y de los equipos e instalaciones, tanto sus objetivos iniciales como sus respectivos resultados pueden llevar algún tiempo para ser alcanzados.

6°Paso – Inicio de la implantación

Se debe haber concluido el proceso de educación introductoria al TPM a todos los empleados antes del inicio de la implantación. Se debe planificar un evento para dar inicio a la implantación en el cual deberán participar todos los empleados. Los directores deberán pronunciar palabras de estímulo para el éxito del programa.

Es recomendable realizar una visita a todas las áreas con preguntas directas a los empleados para verificar si comprendieron plenamente los objetivos a ser alcanzados a través del TPM.

7°Paso – “Kobetsu-Kaisen”

Para la obtención de la eficiencia de los equipos e instalaciones. “Kobetsu-Kaisen” es el levantamiento detallado de las necesidades de mejora de un equipo, efectuado por un grupo multidisciplinario formado por ingenieros, gerentes de línea, personal de mantenimiento y operadores. El grupo debe seleccionar una línea de equipos donde se presente un “cuello de botella”, que genera pérdidas crónicas en la cual sea posible alcanzar la perfección a través de esfuerzos continuos. Se debe estimular a los integrantes del grupo a presentar sugerencias que ayuden a mejorar el equipo en estudio.

8°Paso – Establecimiento del “Jishu-Hozen” (mantenimiento autónomo).

El “Jishu-Hozen” es un método de desarrollo que permite al mismo operador controlar su propio equipo. El “Jishu-Hozen” es desarrollado en siete pasos, pasando de uno a otro después de haber concluido el anterior con el apoyo y la evaluación de los gerentes. El primer paso es la inspección de limpieza. Tiene como objetivo elevar la fiabilidad del equipo a través de tres actividades:

- Eliminar el polvo, la suciedad y los desechos.
- Descubrir anomalías.
- Corregir pequeñas deficiencias y establecer las condiciones básicas del equipo.

El segundo paso se compone de: medidas defensivas contra causas de suciedad y mejora del acceso a las áreas de difícil limpieza y lubricación. En este paso se hacen mejoras para eliminar la contaminación y fugas de lubricante, aire o agua.

El tercer paso corresponde a formulación de los estándares de trabajo y está destinado a la preparación de los criterios que deben ser observados por los operadores. Se busca crear el hábito para el cuidado de los equipos mediante la elaboración y utilización de estándares de limpieza, lubricación y ajuste de tornillos, pernos y otros elementos de ajuste; se busca prevenir el deterioro del equipo manteniendo las condiciones básicas de acuerdo a los estándares diseñados.

El cuarto paso es la inspección general, para esto se debe capacitar a los operadores de cómo se debe hacer la inspección de cada componente del equipo.

El quinto paso es la inspección autónoma que tiene como finalidad que los operadores puedan realizar la inspección de sus equipos y puedan a la vez detectar problemas y corregir pequeños daños.

El sexto paso es la estandarización y está destinado a establecer y mantener las condiciones de control de los equipos.

El séptimo y último paso es el control totalmente autónomo y está destinado a dar continuidad a las actividades “Jishu-Hozen” aprovechando al máximo los conocimientos obtenidos en los seis pasos anteriores.

9°Paso – Eficacia de los equipos por la ingeniería de producción (operación y mantenimiento).

Implantación de la metodología en el equipo piloto, normalizando y transformando en rutina, todo aquello que fue suministrado en el paso anterior.

Desarrollo de productos fáciles de fabricar y de equipos fáciles de operar y mantener. Establecimientos de las condiciones para eliminar defectos de productos y facilitar los controles.

10°Paso – Establecimiento del sistema para la obtención de la eficiencia global en las áreas de administración.

Apoyo a la producción incrementando la eficiencia tanto en el ámbito de las oficinas como de los equipos. Desarrollo y aplicación del JIT (just in time). El JIT es una filosofía industrial de eliminación de todo lo que implique desperdicio en el proceso de producción, desde las compras hasta la distribución. Análisis de criterios para reducir esperas (material, herramientas, traslados, transporte, etc.).

11°Paso – Establecimiento del sistema.

Buscando la promoción de condiciones ideales de seguridad, higiene y ambiente agradable de trabajo. Análisis e implantación de “Recomendaciones de seguridad”. Implantación de estímulos a la notificación de condiciones inseguras en el trabajo y de perjuicio al medio ambiente. Planteamiento y búsqueda de la meta: “cero accidentes y cero poluciones”.

12°Paso – Aplicación plena del TPM e incremento de los respectivos niveles.

En este paso se hace una ampliación del TPM a los demás equipos de la planta, se definen nuevas metas y desafíos y se realiza una consultoría para la implantación de ajustes.

3.24 Proceso de inyección

De acuerdo con Kusíc, el moldeo de inyección es un proceso de manufactura bien conocido que permite altos volúmenes de producción de diferentes partes o productos cono formas complejas, con un alto nivel de tolerancias dimensionales. En orden de

satisfacer tales requerimientos es importante tener las consideraciones del material a inyectar, no solo es importante la máquina y un buen diseño, la manufactura y la prueba del molde de inyección, sino también el cuidado de los parámetros seleccionados para el proceso de inyección

“Es el proceso más importante que se utiliza para la fabricación de productos, donde más de un tercio de todos los materiales son moldeados por inyección. Este proceso se utiliza en la fabricación de grandes series de piezas, con formas complejas y buen control dimensional” (Osswald, et al., 2008). “Es el proceso mediante el cual se aplica calor a un material para fundirlo, este material se puede hacer fluir mediante la aplicación de presión, llenando un molde donde el material se solidifica y toma la forma del molde” (Sánchez Valdés, et al., 2005), manufacturando piezas de aluminio como lo son piezas para la industria automotriz entre otras.

Partes de una máquina para la inyección

El proceso de inyección consta de dos equipos principales. El primero es el molde, posteriormente se ampliará acerca de este tema y el segundo es la maquina inyectora (ver Figura 6). Esta puede ser dividida en los siguientes componentes:

- Unidades de inyección.
- Unidad de sujeción.
- Sistema de control.
- Dispositivos de templado.



Figura 6.- Inyectora de aluminio Haitian.

3.26 Moldes de inyección

El molde de inyección es una herramienta esencial y fundamental en el proceso de dar forma al aluminio en su estado líquido. Esto por medio de una o varias cavidades donde es inyectado el material y es allí donde esta toma su forma, que por lo general es irregular. De acuerdo con Pöthsch y Michaeli (Pöstch & Michaeli, 1995) los moldes se pueden distinguir por los siguientes criterios: el material procesado, el diseño básico del molde, el sistema de expulsión, el número de cavidades, el número de líneas de separación y el tamaño del molde.

Acorde con Rees (Rees, 2002) las funciones principales de un molde son:

- Dar forma al producto.
- Conducir el aluminio de las maquinas a las cavidades.
- Eliminar el aire formado en las cavidades durante el llenado.
- Enfriamiento del aluminio.
- Expulsar la pieza final.
- Producir económicamente y satisfacer los requisitos.

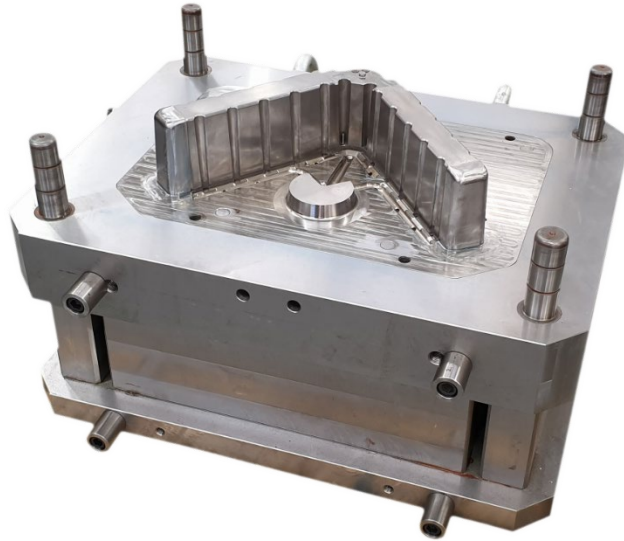


Figura 7.- Molde de inyección.

Los requerimientos necesarios en la fabricación de un molde deben cumplirse bajo tolerancias muy bajas para que este pueda producir piezas de alta calidad de manera económica.

Los diferentes principios de diseño de las unidades funcionales del molde pueden ser utilizados como base para la clasificación de los moldes de inyección. Estos se clasifican (Pöstch & Michaeli, 1995) por lo general según su sistema de inyección en:

- Moldes de colada fría,
- Moldes de colada caliente
- Canales aislados

Según su sistema de expulsión en:

- Moldes estándar
- De expulsión por placa
- De cavidades separadas
- De tres placas

- De deslizamiento
- De twist-off
- Desenrosque.

Mantenimiento de moldes

Es importante resaltar que se debe utilizar el máximo cuidado en el manejo de moldes durante el mantenimiento y utilizar los sistemas de mantenimiento necesarios y adecuados para evitar roturas y aumentar la vida útil del mismo.

Los mantenimientos para realizar en el molde pueden ser: I) Cuando la máquina se encuentra en la producción de una determinada serie. II) Cuando el molde se encuentra fuera de máquina.

En el momento en el que el molde se encuentra en la máquina, los trabajos de mantenimiento que se pueden realizar en este caso, tienen que ser aquellos que sean rápidos de hacer y que eviten en un futuro se produzcan deterioros en el molde de mayor tiempo y valor.

De acuerdo con el programa de mantenimiento para moldes de inyección de Uno Convenciones (Uno Convenciones) todos los moldes deben tener un programa de mantenimiento, ya que el mantenimiento regular puede ayudar al molde para su funcionamiento con menos interrupciones, ahorrando tiempo y dinero. La cantidad y la frecuencia del mantenimiento son determinadas por varios factores:

- Material del molde: El aluminio y las herramientas suaves van a sufrir un desgaste en un periodo más corto que las herramientas hechas de acero convencional.
- Complejidad del molde: Los moldes que tienen mecanismos intrincados o piezas que requieran tolerancias grandes requerirán más mantenimiento que un simple abre y cierre del molde. Los corredores, los botadores, los corazones

móviles, los sistemas hidráulicos y mecánicos, los corredores calientes, los sistemas complejos y los componentes eyectores se agregan al mantenimiento requerido

Abuso: Los moldes pueden ser abusados por las presiones excesivas de la abrazadera, altas presiones de la inyección, over- packing/ flashing de la pieza, moviendo de un jalón al molde abierto y cerrado, no lubricar apropiadamente los componentes, la eyección múltiple, todo esto puede causar al molde un desgaste excesivo. Algunas de las acciones recomendadas para reducir el abuso interno del molde se nombran a continuación: no utilizar herramientas duras, utilizar agua tratada en sistemas de enfriamiento, evitar presiones

excesivas en la abrazadera, en la inyección y over- packing/ flashing del molde, lubricar los componentes apropiados, tener cuidado de no estrellar el molde con las piezas que se van a expulsar y sellar el área de trabajo.

Los niveles recomendados para el cuidado del mantenimiento son:

- Realizar mantenimiento preventivo.
- Inspeccionar el molde cada 20.000 ciclos, o cada 10 días de producción.
- Realizarle mantenimiento al molde cada 100.000 ciclos.
- Efectuar mantenimiento importante cada 250.000 ciclos.

Máquinas para la inyección

Las máquinas de moldeo por inyección se especifican según la capacidad del molde y la fuerza de prensado. En la mayor parte de ellas esa fuerza va de 0,9 a 2,2 MN (100 a 250 ton). La máquina más grande que hay en operación tiene una capacidad de 45 MN (5000 ton) y puede producir piezas que pesen 25 KG (55 lb).

Estas máquinas suelen ser horizontales, las maquinas verticales son usadas para fabricar piezas pequeñas, con estrechas tolerancias, y para moldeo con inserto. La fuerza de prensado en los dados se suministra, comúnmente, por medios hidráulicos, aunque actualmente se dispone de métodos eléctricos. Los moldeos por impulsión eléctrica pesan menos y son menos ruidosos que las maquinas hidráulicas.

Se pueden identificar tres sistemas en las máquinas de inyección:

Sistema hidráulico: El sistema hidráulico permite abrir y cerrar los moldes, mantenerlos cerrados durante la operación de inyección, girar el husillo de la extrusora, abrir y cerrar la boquilla de la extrusora, mover los extractores de las piezas y mover los insertos de los moldes.

Sistema de control: Controla todos los parámetros de proceso, temperatura, presión, velocidad de inyección, velocidad y posición del husillo, etc. Esto es de gran importancia ya que de ello depende la calidad de las piezas finales y por tanto la economía del proceso.

Sistema de alimentación: El sistema de alimentación normalmente consta de bebedero, mazarota, canal principal, canales secundarios, las puestas y las piezas. Un mal diseño de los canales de alimentación puede producir llenados incompletos de las cavidades de los moldes que dan lugar a piezas defectuosas.

Indicadores

Los indicadores son valores correspondientes que hay que alcanzar y que suponen el grado de realización de los objetivos. Estas medidas proporcionan información sobre el rendimiento de una actividad o sobre la consecución de una meta.

Los indicadores representan un conjunto de medidas que se centran en los aspectos del desempeño de la organización, son los más críticos para el éxito actual y futuro de la compañía, desempeñando el proceso con el objetivo de lograr las metas establecidas.

Son los principales indicadores que señalan si será factible lograr una meta o no, y son buenos indicadores de las capacidades, prácticas y habilidades. Los Key Performance indicators (KPI) deben dar información acerca de qué acciones se deben tomar.

Los KPI son utilizados para la medición y control de los procesos, así como los objetivos de la empresa. Las mediciones financieras o no financieras de los KPI proporcionan información centrada en situaciones complejas, por lo tanto, los indicadores cumplen con los siguientes requisitos:

La capacidad para describir una empresa desde un punto de vista organizativo.

Ilustrar las interdependencias, mostrando las cadenas de causa y efecto.

Requisitos de poco tiempo, además del poco esfuerzo a realizar para la recopilación y actualización de datos.

Presentan la posibilidad de analizar la empresa desde las perspectivas de pasado, presente y futuro.

Administración del inventario

La importancia y control que requieren estos inventarios dependerán de la actividad económica a que se dedica la empresa.

Los inventarios existen por múltiples razones, las cuales se justifican principalmente porque prevén la escasez, es preferible ahorrar productos que dinero en efectivo por la rentabilidad que genera, permite obtener ganancias adicionales cuando hay alzas de precios, entre otros. A pesar de esto, trae como consecuencia una inmovilización de recursos financieros que podrían usarse mejor en otras actividades con mayor rentabilidad, es decir, podría optarse por mejor uso de los recursos financieros y optimizar así las utilidades.

Es importante destacar que el administrador financiero no tiene el control principal sobre la administración de los inventarios, sin embargo, su función es necesaria ya que es quien maneja los recursos financieros para su adquisición. Por ello, existe controversia entre las diferentes áreas funcionales de la empresa referente a los niveles adecuados de inventarios que debe manejarse.

CAPÍTULO 4: DESARROLLO

4.1 METODOLOGÍA

La metodología empleada en esta investigación ha implicado el diseño de un manual de mantenimiento, así como el diseño de refacciones para las inyectoras, la identificación de actividades de tipo administrativo y de campo que son consideradas importantes en el éxito del TPM. Asimismo, se recolectó y analizó la información para llegar a una conclusión sobre las actividades prioritarias; así, se ha trabajado en diferentes etapas que se describen a continuación.

Primera etapa. Identificación y Análisis:

Esta etapa se focalizó en una revisión bibliográfica para identificar las investigaciones relacionadas con el problema y determinar las actividades que se deben realizar para garantizar el éxito del TPM; una vez comprendiendo los principales puntos del TPM analizado por distintos autores se procede a analizar los moldes e inyectoras de interés y sus puntos débiles, su problemática actual de funcionamiento y las deficiencias en el proceso del sistema.

Se identificaron deficiencias en los documentos de control para moldes y parámetros de las inyectoras, una vez identificado el punto débil se procedió a realizar un formato para tener un conteo y control de la vida útil, refacciones y componentes.

Segunda etapa: Aplicación de 5 S'

En esta etapa se enfocó a la limpieza y orden del área de trabajo, tomándolo como un punto clave para la detección de anomalías específicas y posiblemente no consideradas con respecto a un criterio meramente visual. Este punto también concierne directamente a la asignación de responsables directos y capacitación de personal para el cuidado y seguimiento de trabajo implementado por este tema para la conservación y seguimiento del plan aplicado.

Tercera etapa: Elaboración de documentación de mantenimiento.

Consta de calendarizar, ejecutar y documentar las actividades de mantenimiento necesarias para los diferentes componentes de moldes e inyectoras elaborando un archivo computarizado que contenga las características, especificaciones, precauciones, cuidados, listados de herramientas, diseño de refacciones y estandarización de los planos ya existentes y todos los aspectos necesarios para poder realizar las intervenciones de una manera eficiente y programada.

Cuarta etapa: Mejoras

La implementación de mejoras parte de la detección de fallas con la finalidad de proteger componentes expuestos a deterioros anormales para la ampliación de su vida útil y cuidado del proceso. Esta etapa abarca el ingenio propio para solución de condiciones no consideradas ni con previas investigaciones.

Quinta etapa: Monitoreo de funcionamiento

La parte final consiste en comprobar que el funcionamiento óptimo de cada equipo halla elevado su eficiencia y asegure la calidad del proceso y estos se mantengan en los tiempos programados entre cada intervención.

Medición

La medición es un proceso que consiste en asignar numerales a determinados fenómenos o eventos, siguiendo reglas previamente establecidas. Esta definición planteada es muy útil porque hace posible abarcar todos los aspectos que se derivan del proceso de medición y, además, porque permite sostener que es posible, teóricamente, medir cualquier fenómeno siempre y cuando las reglas tengan un fundamento racional o lógico. Los fenómenos o eventos a los que se hace referencia son las variables, es decir, fenómenos que varían cuando asumen dos o más valores. Herramientas de medición empleadas: vernier, flexómetro, reloj.

Instrumentos de acopio de datos

Con el nombre genérico de instrumentos de acopio de datos se denomina a todos los instrumentos que pueden servir para medir las variables, recopilar información con respecto a ellas o simplemente observar su comportamiento.

Herramientas de acopio de datos: bitácora, cuaderno, agenda, computador, celular.

Validez

La validez es una cualidad que consiste en que las pruebas midan lo que pretenden medir. Las pruebas deben medir las características específicas de las variables para las cuales fueron diseñadas. Las pruebas que no poseen validez no tienen utilidad alguna. La validez también se denomina veracidad, exactitud, autenticidad, o solidez de la prueba. La validez se refiere a los resultados de la prueba, no a la prueba misma, se llevará cabo mediante la comparación de parámetros e información obtenida entre el antes y después de la intervención del mantenimiento

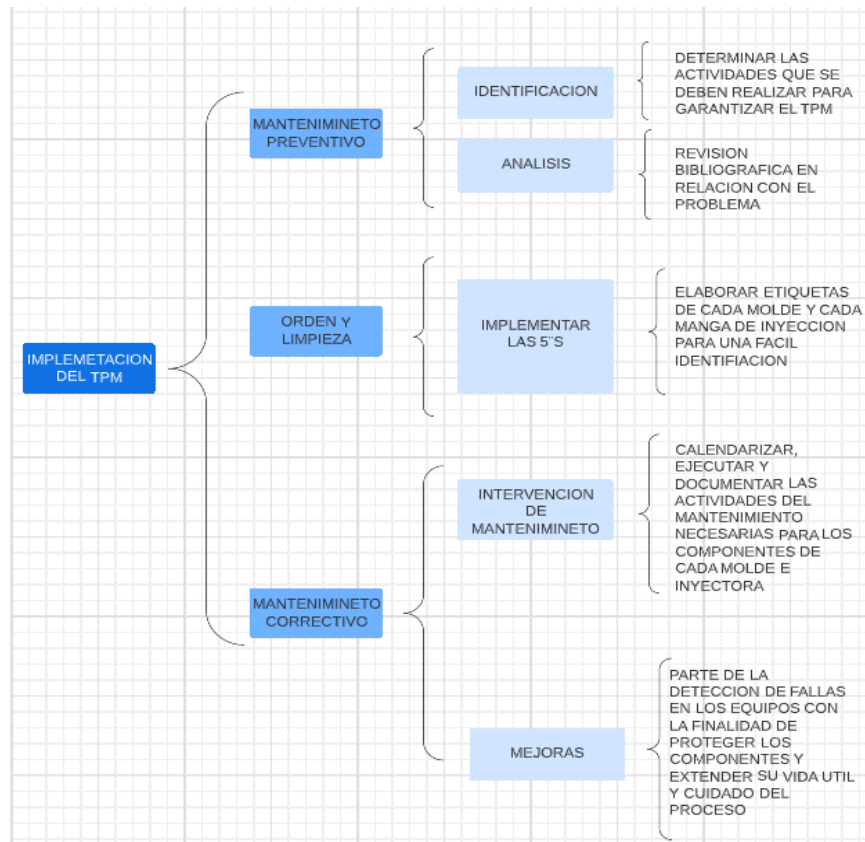


Figura 8.- Mapa conceptual de la implementación del TPM.

CAPÍTULO 5: RESULTADOS

5.1 Resultados

Las actividades realizadas para el comienzo de la implementación del TPM así como el mantenimiento de moldes y troqueles fue la limpieza del área de trabajo los cuales ocupaban espacios innecesarios por objetos no pertenecientes al área de trabajo por lo cual se procedió a limpiar y acomodar dichos objetos.

El punto de partida para la implementación del proyecto es generar un compromiso por parte de la gerencia de la empresa para lo cual mi jefe directo el Ing. Hugo Serna Martínez aprobó la intervención de los equipos para la implementación de su mantenimiento, bajo la condición de que cada intervención solo podría ser efectuada bajo paros programados o si el molde se encuentra fuera de producción con el fin de no interrumpir el plan de producción de piezas inyectadas por día.

Con la aprobación de los jefes directos y los jefes de áreas compañeras, la realización del proyecto ha sido determinado como viable y necesario.

El Tercer paso consta de formar grupos de trabajo quienes se encargarán de la intervención directa de actividades a lo cual se diseñó un esquema de personas y actividades el cual describe la manera en que se organizara el apoyo de cada uno.

Cabe destacar que el apoyo de un grupo de trabajo es indispensable para poder cumplir con las metas propuestas, no se asignaron jerarquías de mando, todos trabajamos según el área de experiencia de cada uno manteniendo un ambiente de trabajo en armonía.

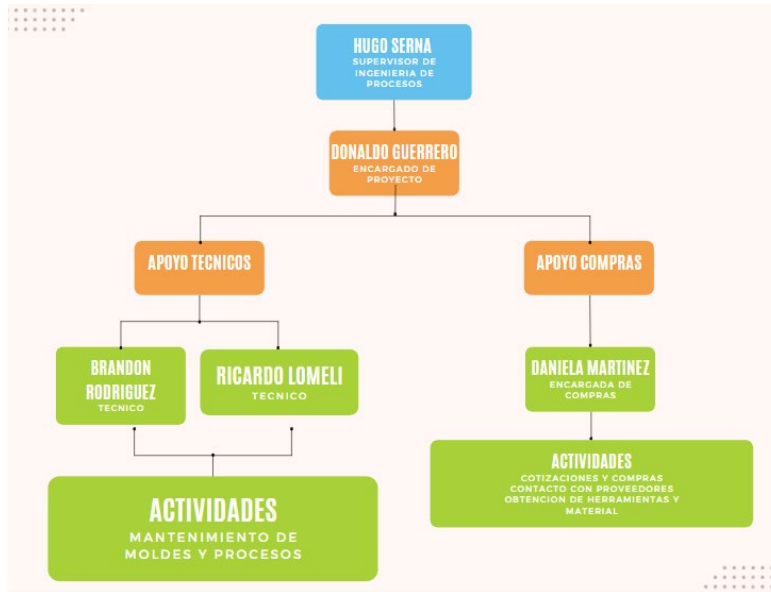


Figura 9.- Organigrama.

Aplicación de 5's

Seiri (selección)

Se tiene que identificar y separar los materiales que son innecesarios como por ejemplo en la figura 10 se puede observar que en el momento de dar mantenimiento al molde este tiene un lingote de aluminio, las cadenas y una mesa que no son necesarias al momento de realizar este mantenimiento ya que esto puede ocasionar un accidente o entorpecer el trabajo que se está realizando.



Figura 10.- Componentes fuera de lugar.

En la Figura 11 Molde con área despejada se observa que el molde que está recibiendo mantenimiento se encuentra en un área despejada de objetos innecesarios facilitando su intervención.



Figura 11.- Molde con área despejada.

Seiton (ordenamiento o acomodo).

Se realiza la identificación de componentes sin lugar establecido, falta de delimitación de áreas y asignación de ubicaciones. Se encontraron piezas de los moldes que no tienen un lugar definido y piezas no pertenecientes a esta área.



Figura 12.- Piezas fuera de orden.

Se reacomodaron las piezas que no tenían un lugar específico dejando el área limpia y libre, como se muestra en la Figura 13 Área limpia sin obstrucciones evitando pérdida de tiempo en buscar partes o refacciones que no contaban con un lugar en específico.



Figura 13.- Área limpia sin obstrucciones.

Seiso (Limpieza).

Para la limpieza general del área de moldes se encontraron restos de suciedad en el suelo que es generada por el desmoldante aplicado y como se observa en la imagen tenemos restos de aluminio en el suelo.



Figura 14.- Área de trabajo sucia.

Se puede observar en la Figura 15 Área de trabajo limpia que ahora no se encuentra sucia el área donde se le está dando mantenimiento al molde.



Figura 15.- Área de trabajo limpia.

Seiketsu (Estandarizar)

El control visual es cualquier dispositivo de comunicación que nos indique el estado de algo con un solo vistazo, permitiendo identificar si esta fuera del estándar y por consecuente ayuda a los empleados a ver cómo están haciendo su trabajo.

La estandarización para el programa de mantenimiento radica en la delimitación de áreas y la correcta asignación de objetos a utilizar para su rápida detección.



Figura 16.- Elaboración de etiquetas para identificación de moldes.



Figura 17.- Colocación de etiquetas para su rápida detección.

Shitsuke (Sostener)

Para poder trabajar en la limpieza del área constantemente se realizó un rol de aseo para poder detectar con facilidad cuando no se está llevando a cabo de una manera correcta y eficiente.

Tabla 1.- Rol de limpieza

| | | | | |
|---|---|-------------|--------------------|-------------------|
|  | REGISTRO DE LIMPIEZA TALLER DE MOLDES. | | CODIGO: | R 7.1.3.5.g |
| | | | REVISION: | 0 |
| | | | FECHA DE REVISION: | |
| | | | FECHA DE EMISION: | |
| | HORA (30 MIN) | AREA | TECNIC | OBSERVACIO |
| | ANTES DE | | O ENNES. | |
| | FINALIZAR | | TURNOS. | |
| | TURNOS) | | TURNOS | |
| UNES (LIMPIEZA | 1ER TURNO | | | |
| GENERAL) | | | | |
| ARTES (LIMPIEZA | 1ER TURNO | | | |
| | | | | |

| | | | | |
|--|-----------|--|--|--|
| GENERAL) | | | | |
| MIERCOLES (LIMPIEZA GENERAL) | 1ER TURNO | | | |
| JEVES (LIMPIEZA GENERAL) | 1ER TURNO | | | |
| VIERNES (ACOMODO HERRAMIENTA, MOLDES, MONTACARGAS, MANGUERAS, RESIDUOS, TARIMAS) | 1ER TURNO | | | |

Estandarización de diseños de pines de los moldes

La capacidad de crear prototipos o piezas en diseño asistido por computadora mejora el análisis de datos logrando tener una simulación de condiciones en las que se utilizaran los moldes o las mismas refacciones a un costo mucho menor ya que se pueden realizar cambios a las ideas de manera rápida y fácil, reduciendo los costos por que no necesitan prototipos adicionales, ahorrando tiempo, logrando una mayor precisión y crear una mejor comunicación con el cliente.

El mantenimiento de los pines de los moldes y las camisas de las inyectoras no se estaba realizando ya que no se contaba con los diseños estandarizados de los mismos, de tal manera que estas refacciones no se podían mandar a fabricar con el proveedor, debido a esta situación se crearon dichos diseños.

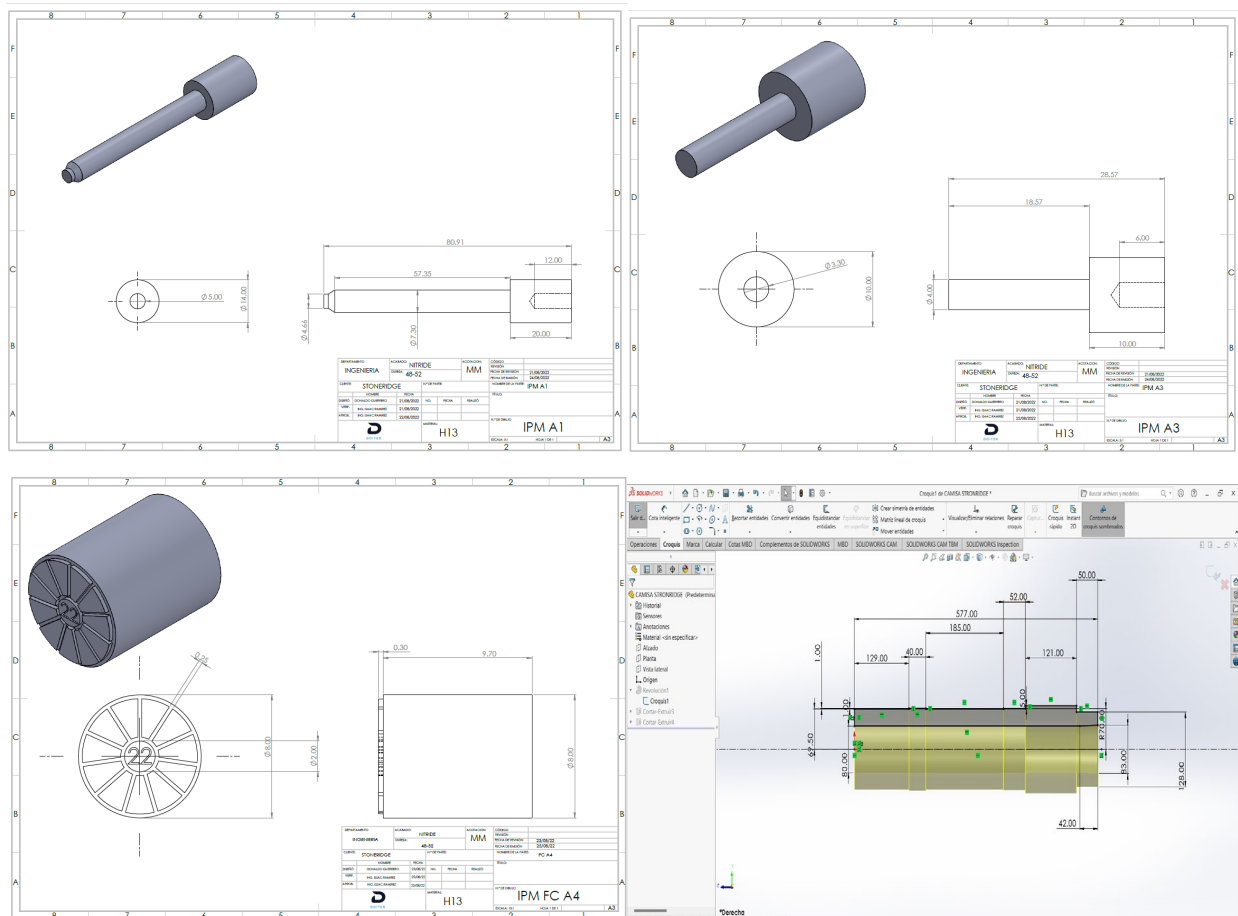


Figura 18.- Diseños de pines y camisa de moldes.

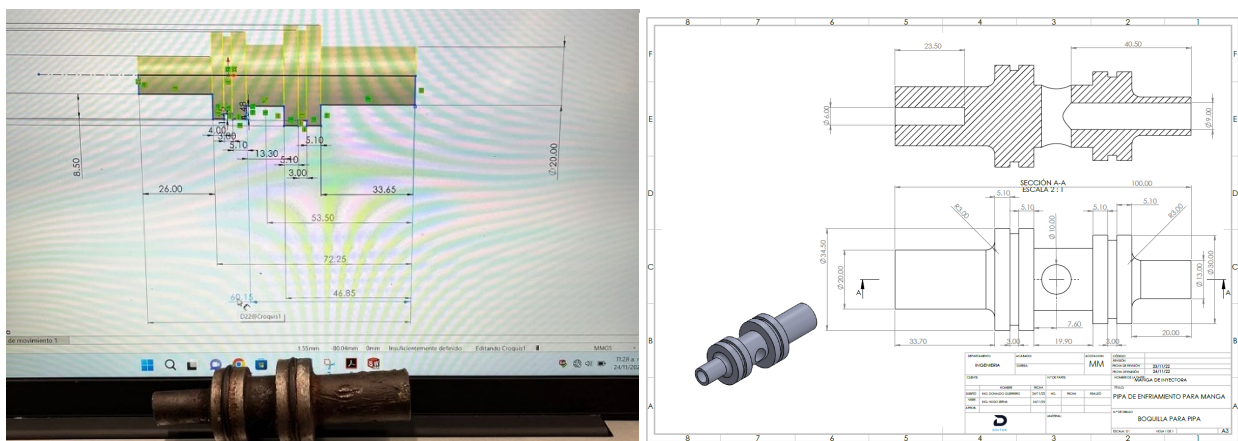


Figura 19.- Nuevo diseño de boquilla de enfriamiento para manga de inyectora.

De esta manera se cuenta con lo necesario para que el proveedor realice las refacciones y así los moldes y las inyectoras funcionen con las cavidades completas.

Implementación de control de inventarios

El control de inventarios era nulo por lo que se procedió a realizar un formato en Excel el cual contiene cada inserto o pin mostrando la cantidad con la que se cuenta actualmente. El contar con un control de inventarios es algo fundamental para llevar el orden y control del stock de las refacciones con las que la empresa cuenta, ya que de no saber cuál es el inventario ocasionará que se compren más refacciones de las que se necesitan o por el contrario se tendrán faltantes y esto afectará directamente con la producción ya que al faltar un perno y/o pin las piezas de aluminio no contarán con las especificaciones del cliente causando pérdidas considerables para la empresa.

| No | PIN CODE | QUANTITY | REMARKS |
|----|----------|----------|----------------------------|
| 1 | AL-BUSH | 1 | |
| 2 | SL-BUSH | 2 | |
| 3 | IN-BUSH | 2 | |
| 4 | PS | 1 | |
| 5 | P2-P3 | 1 | |
| 6 | KA | 1 | ALTA EN CANTOS QUEDA HERRA |
| 7 | PS | 1 | |
| 8 | PS | 1 | |
| 9 | PS | 1 | |
| 10 | PS | 1 | |
| 11 | PS | 1 | |
| 12 | PS | 1 | |
| 13 | PS-P2 | 1 | |
| 14 | PS | 1 | |
| 15 | PS | 1 | |
| 16 | PS | 1 | |
| 17 | PS-S1 | 1 | |
| 18 | PS-S1 | 1 | |
| 19 | S5-S1 | 1 | |
| 20 | S5-S1 | 1 | |
| 21 | S1 | 1 | |
| 22 | S1 | 1 | |
| 23 | S1 | 1 | |
| 24 | INSERTO | 1 | |
| 25 | INSERTO | 1 | |
| 26 | INSERTO | 1 | |

Figura 20.- Formato de inventario.

| PIN CODE | QUANTITY | DIRECCION | FECHA DE CAMBIO | FECHA DE FALLA | N. CAJON |
|----------|----------|-----------|-----------------|----------------|----------|
| S5-S6 | 1 | 17 | | | |
| S5-S14 | 1 | 18B | | | |
| P3-P20 | 4 | 12E | | | |
| A1 | 1 | 1 | | | |
| P3-P20 | 2 | 12G,HJ | | | |
| S5-S14 | 2 | 18B | | | |
| S21 | 1 | 22 | | | |
| S22 | 1 | 23 | | | |
| S5-S14 | 1 | 18A | | | |
| S18 | 1 | 18B | | | |
| P3-P20 | 3 | 12G,HJ | | | |
| S5-S14 | 1 | 18B | | | |
| S5-S6 | 1 | 18 | | | |
| A1 | 1 | 1 | | | |
| P4 | 1 | 7 | | | |
| P6 | 1 | 8 | | | |
| P4 | 1 | 7 | | | |
| A1A | 2 | 1 | | | |
| A1B | 2 | 1 | | | |
| S5-S6 | 2 | 17,17A | | | |
| S4 | 1 | 16 | | | |
| P1 | 1 | 1 | | | |
| P2-P3 | 2 | 6A,6B | | | |
| P6 | 1 | TODAS | | | |
| P7 | 1 | TODAS | | | |
| P8 | 1 | TODAS | | | |
| P3-P20 | 12 | TODAS | | | |
| S1 | 1 | TODAS | | | |
| S2 | 1 | TODAS | | | |
| S3 | 1 | TODAS | | | |
| S4 | 1 | TODAS | | | |
| S5-S6 | 2 | TODAS | | | |
| S5-S14 | 1 | TODAS | | | |
| S18-S17 | 1 | TODAS | | | |
| S18-S19 | 1 | TODAS | | | |
| S20 | 1 | TODAS | | | |

Figura 21.- Formato sin inventario.

Como se observa en las imágenes se agregó en el documento un apartado en el cual se registran las cantidades de cada una de las refacciones anexando las fechas en las que se cambia cada una de ellas y el número de shots que el molde ha realizado y de esta manera tener un control de vida de cada uno de los pernos y pines.

Para lograr crear un control de inventarios eficiente se creó un plan en el cual se planifico quienes serían los responsables de realizar este trabajo.

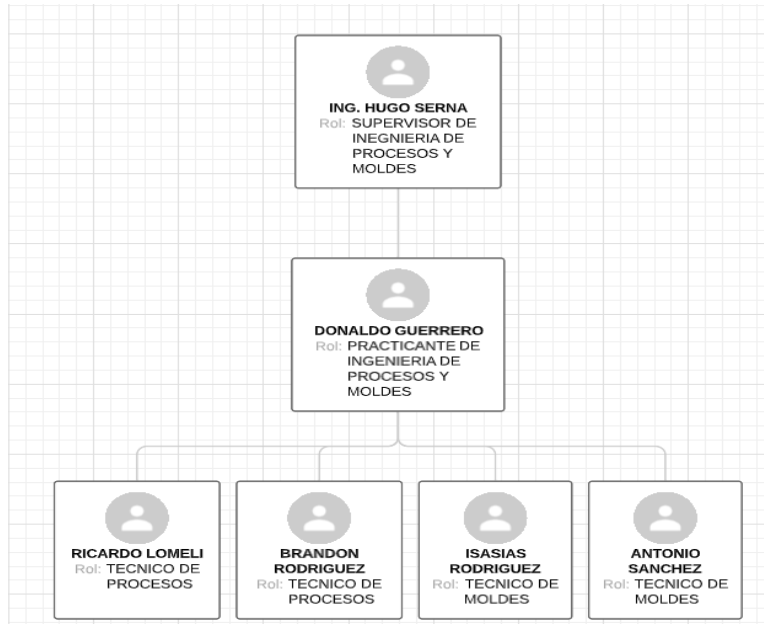


Figura 22.- Plan de responsables de cada trabajo.

Se determinó un área específica para realizar el conteo y almacenaje de las refacciones y se creó un pequeño sistema para facilitar la identificación de cada pieza capacitando a cada trabajador y así todos estar en sintonía de cómo se está trabajando.



Figura 23.- Área de inventario.

De igual manera se retiraron piezas que ya no son parte del inventario actual logrando que el área quede despejada para colocar refacciones nuevas.



Figura 24.- Refacciones fuera de lugar.

Implementación de control de shots (vida útil)

El determinar la vida útil de cada molde o refacción es fundamental para la empresa y los clientes de la misma ya que esto principalmente le asegura piezas de calidad a los clientes y esto nos lleva a tener un mejor control en el proceso, obteniendo información imprescindible para la empresa, cumpliendo con los estándares de calidad y asegurando la eficiencia interna.

Respecto al control de shots que es la metodología con la que se lleva un control de la vida de los moldes y sus refacciones se cuenta con una carpeta en la cual se registran los shots cada que sube o baja un molde de las maquinas, para esto se implementó un formato de shots diarios de manera digital.

| CONTROL DE PERNOS | | | | CODIGO: R1135A | | |
|-------------------|---------------|-------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------|
| | | | | REVISION: 0 | FECHA DE REVISION: 09/02/21 | |
| | | | | FECHA DE EMISION: 09/02/21 | FECHA DE EJECUCION: 09/02/21 | |
| | | | | CREADO POR: FERRANCO MARRI | INSPECTADO POR: MITHU GAMESARI | |
| PART NAME | GEAR HOUSING | No Revision | DATE REVISION | DESCRIPTION | MODIFY BY | INSPECTED BY |
| PART | CENTER | | REV | | FERRANCO MARRI | MITHU GAMESARI |
| CUSTOMER | ESP | | | | | |
| No. | PIN CODE | QUANTITY | REMARKS | | | |
| 1 | A1 (PIN) | 1 | | | | |
| 2 | A1 (BUSH) | 1 | | | | |
| 3 | B1 - B1 (PIN) | 2 | | | | |
| 4 | L - B1 (BUSH) | 2 | | | | |
| 5 | P1 | 1 | | | | |
| 6 | P2 - P3 | 2 | | | | |
| 7 | P4 | 1 | Antes del cambio de la rebaba | | | |
| 8 | P5 | 1 | | | | |
| 9 | P6 | 1 | | | | |
| 10 | P7 | 1 | | | | |
| 11 | P8 | 1 | | | | |
| 12 | P9 - P20 | 18 | | | | |
| 13 | S1 | 1 | | | | |
| 14 | S2 | 1 | | | | |
| 15 | S3 | 1 | | | | |
| 16 | S4 | 1 | | | | |
| 17 | S5 - S8 | 2 | | | | |
| 18 | S9 - S14 | 4 | | | | |
| 19 | S15 - S20 | 3 | | | | |
| 20 | S21 - S24 | 2 | | | | |
| 21 | S25 | 1 | | | | |
| 22 | S26 | 1 | | | | |
| 23 | S27 | 1 | | | | |
| 24 | S28 | 1 | | | | |
| 25 | INSERTO | 1 | | | | |
| 26 | INSERTO | 1 | | | | |



Figura 25.- Formato sin Control de vida.

REGISTRO DE CAMBIO DE MOLDES DE UNIDADES REFORZADAS

Cliente: FERRANCO MARRI
 Proyecto: R1135A
 Fecha de Emisión: 09/02/21
 Fecha de Ejecución: 09/02/21
 Modificado por: FERRANCO MARRI
 Inspeccionado por: MITHU GAMESARI

Descripción: Cambio de molde para la producción de la pieza R1135A.

Información de Calidad: Información sobre el proceso de cambio de molde.

Observaciones: Se tomaron con moldes nuevos #4. Se revisó el sistema de alineación.

Comprobación de la calidad: OK

Comprobación de los planos: OK

Comprobación de los materiales: OK

Comprobación de los procesos: OK

Comprobación de los equipos: OK

Comprobación de los recursos: OK

Comprobación de los métodos: OK

Comprobación de los medios: OK

Comprobación de los materiales: OK

Comprobación de los procesos: OK

Comprobación de los equipos: OK

Comprobación de los recursos: OK

Comprobación de los métodos: OK

Comprobación de los medios: OK

Figura 27.- Formato de registro de cambio de moldes.

| CONTROL VIDA DE PERNOS | | | | CODIGO: R1135A | |
|------------------------|---------------|---------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | | | | REVISION: 0 | FECHA DE REVISION: 09/02/21 |
| | | | | FECHA DE EMISION: 09/02/21 | FECHA DE EJECUCION: 09/02/21 |
| | | | | CREADO POR: FERRANCO MARRI | INSPECTADO POR: MITHU GAMESARI |
| GEAR HOUSING | No Revision | DATE REVISION | DESCRIPTION | MODIFY BY | INSPECTED BY |
| CENTER | | REV | | FERRANCO MARRI | MITHU GAMESARI |
| ESP | | | | | |
| No. | PIN CODE | QUANTITY | REMARKS | | |
| 1 | A1 (PIN) | 1 | | | |
| 2 | A1 (BUSH) | 1 | | | |
| 3 | B1 - B1 (PIN) | 2 | | | |
| 4 | L - B1 (BUSH) | 2 | | | |
| 5 | P1 | 1 | | | |
| 6 | P2 - P3 | 2 | | | |
| 7 | P4 | 1 | Antes del cambio de la rebaba | | |
| 8 | P5 | 1 | | | |
| 9 | P6 | 1 | | | |
| 10 | P7 | 1 | | | |
| 11 | P8 | 1 | | | |
| 12 | P9 - P20 | 18 | | | |
| 13 | S1 | 1 | | | |
| 14 | S2 | 1 | | | |
| 15 | S3 | 1 | | | |
| 16 | S4 | 1 | | | |
| 17 | S5 - S8 | 2 | | | |
| 18 | S9 - S14 | 4 | | | |

| ACUMULATIVO DIARIO SHOTS 2022 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| MES | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| ENERO | 1506 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FEBRERO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MARZO | 4123 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ABRIL | 2851 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MAYO | 2781 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| JUNIO | 1878 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| JULIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AGOSTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SEPTIEMBRE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OCTUBRE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NOVIEMBRE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DICIEMBRE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



Figura 26.- Formato de control de vida.

Como se muestra en la Figura 26 Formato de control de vida se implementó un formato donde se registra el acumulativo de shots diarios para facilitar el mantenimiento de estos y así llevar un control de los mantenimientos programados.

La empresa cuenta con especificaciones directas del proveedor respecto a la vida útil de las refacciones de cada molde con el cual se lleva un control dependiendo de los shots que tenga indicado cada uno de estos.

Tabla 2.- Control de vida de pines.

| MOLDE | | |
|------------------------------|---|------------------------------|
| mes actualizacion | LIFE TIME CORE PINS | LIFE TIME INSERT MOLD |
| PUMP COVER 611955 | PINS < Ø5 = 12500 SHOTS +/- 2000 | 100000 SHOTS +/- 8000 |
| | PINS >Ø5, <Ø9 = 14000 SHOTS +/- 2000 | |
| | PINS > Ø9 = 18000 SHOTS +/- 2000 | |
| | | 25000 +/- 5000 |
| | DATE PIN = 28000 SHOTS +/- 2000 | RELEVADO DE ESFUERZOS |

El tomar en cuenta las especificaciones del proveedor es una estrategia que ayuda a la empresa a no generar costos extras de reparación en los moldes o retrabajo en las piezas ya que las refacciones después de lo indicado pierden propiedades y tienden a deformarse o fracturarse.

Mantenimiento para troqueles

El mantenimiento realizado en los troqueles es llevado a cabo por los técnicos, para un mejor control, la empresa cuenta con un formato donde se muestran todos los mantenimientos programados que se le realizarán a cada uno de los equipos.

| TRAINING | ACUMULADO MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2022 | | | | | | | | | | | | MOLDES | | TROQUELES | | |
|----------------------|--|---------|--|-------|--|-------|--|--------|--|---------|--|-----------|--|-------------------|----------------------|-------------------|--|
| | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE | REMARKS | Código: R 8815.00 | Fecha de Revisión: 1 | Fecha de Emisión: | |
| HL PRHP COVER ESSES | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | | | |
| HL PRHP COVER ESSES | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | | | |
| HL PRHP COVER ESSES | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | | | |
| REARINC COVER ESSES | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | | | |
| SUPPORT PLANCE ESSES | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | REVISOR DE FILAS, AJUSTE GENERAL DE TORNILLERÍA, CERRAJES Y CORDONES DE FUNDOS Y PINES | | | | |

| | |
|--|-------------------------------|
| | INTERVENCIÓN |
| | ACTIVIDAD REALIZADA |
| | ESPERANDO ARRANQUE PRODUCCIÓN |

Figura 28.- Formato de mantenimiento para troqueles.

En la figura 27 Formato de mantenimiento para troqueles se puede observar cómo está la función de dicho documento y cabe mencionar que los mantenimientos que se encuentran resaltados con letras rojas fueron propuestos por el practicante Luis Donaldo Guerrero Hernandez

Creación de lista de refacciones

Tabla 3.- Formato de refacciones

| INFORMACION REEMPLAZO DE REFACCION | | | | | | | |
|------------------------------------|----------|-----------|-----------------|----|----------------|------------|----------|
| PIN CODE | QUANTITY | UBICACIÓN | FECHA DE CAMBIO | DE | FECHA DE FALLA | No CAVIDAD | No SHOTS |
| S5 ~ S6 | 1 | 17 | | | | | |
| S8 ~ S14 | 1 | 18B | | | | | |
| P9 ~ P20 | 4 | 12E | | | | | |
| A1 | 1 | 1 | | | | | |
| P9 ~ P20 | 3 | 12 G,H,I | | | | | |

En la tabla 3 Formato de refacciones se muestra una parcialidad de la lista de refacciones que se creó, para de esta manera llevar un control de la cantidad de refacciones que hay en existencia, ubicación, fecha de cambio y fecha de falla de cada una de estas y el número total actual de shots y de esta manera conocer la vida útil restante de cada una (Mantenimiento Predictivo).

Mejora del layout del área de moldes

El layout es la distribución de los elementos físicos que se encuentran dentro del área de mantenimiento a moldes, su función principal es obtener el diseño más eficiente para el área de trabajo y los técnicos realicen su trabajo de una manera óptima.

En la siguiente figura 28 se muestra el layout antiguo del área de mantenimiento a moldes.

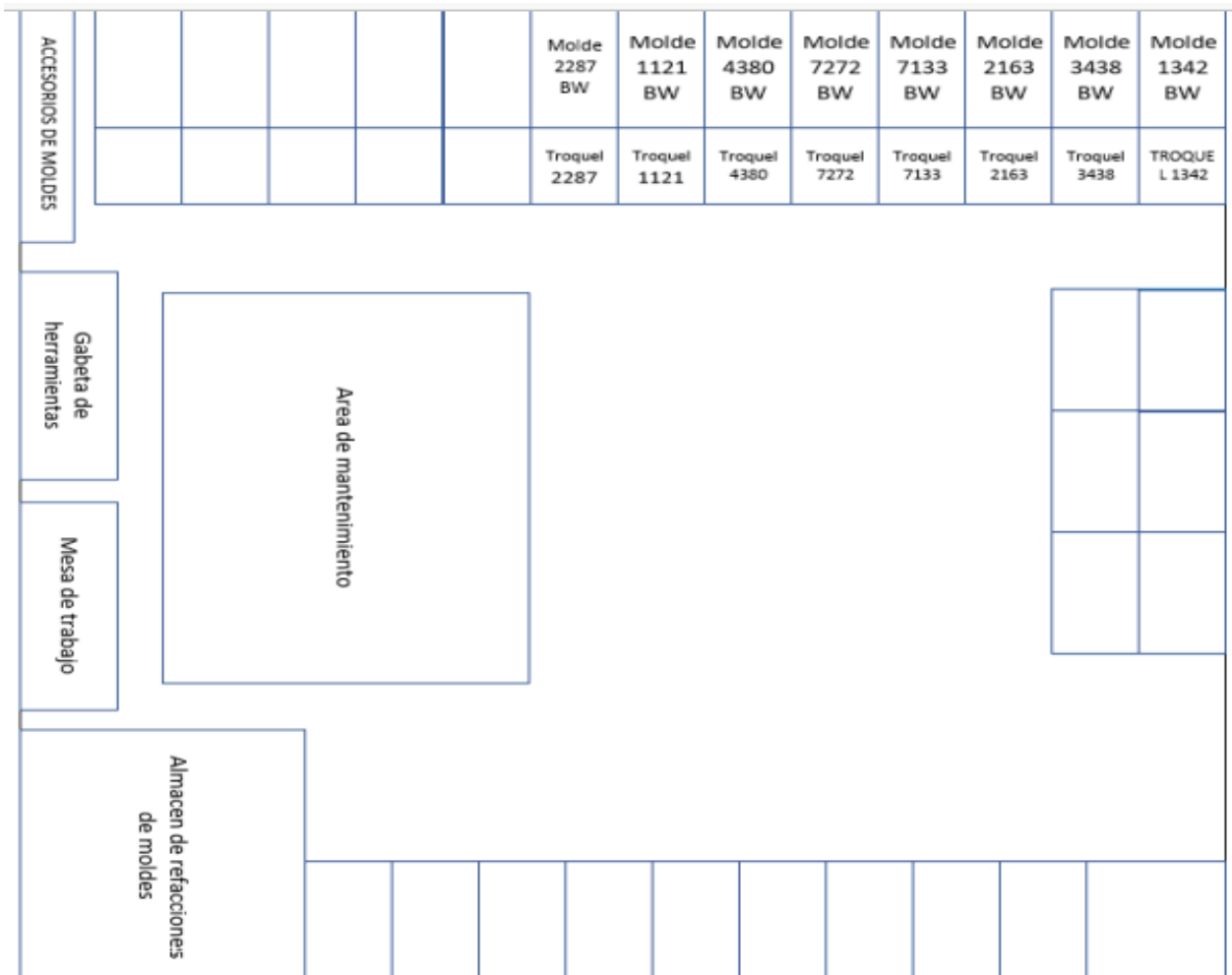


Figura 29.- Layout anterior de área moldes.

La mejora realizada consiste en implementar un área de entrega y recepción de moldes, ya que no se contaba con un lugar específico para esta función ocasionando que los moldes próximos a mantenimiento se colocaran en cualquier parte de la empresa, lo cual da como resultado una mala organización y un mantenimiento deficiente o incluso la omisión de este ya que los técnicos no estaban conscientes de que moldes necesitaban mantenimiento ni las condiciones de calidad en las que bajaron, causando que el molde vuelva a subir en las mismas condiciones y por lo tanto este corre el riesgo de fallar en funcionamiento y/o presentar anomalías de manera consecutiva para la producción y causando paros de línea o material defectuoso, retrasando las entregas y generando pérdidas significativas para la empresa.

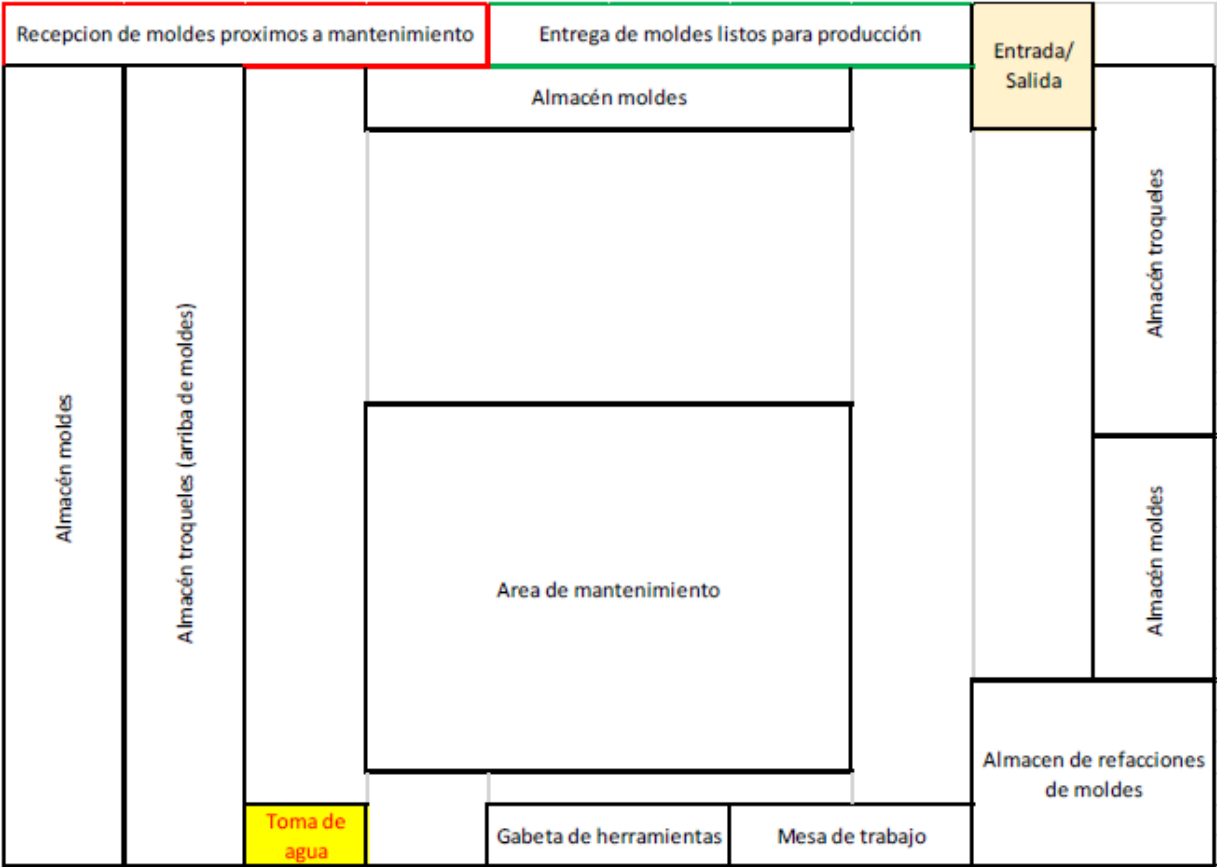



Figura 30.- Layout actual área moldes.

En la Figura 29.- Layout actual área moldes se puede observar que con una buena planeación de las áreas y delimitación se llegó a optimizar mucho tiempo y espacio, ya que sabemos dónde este cada molde y/o herramienta, refacción.

Resultados generales en la empresa

Después de concluir con la implementación del sistema TPM, se está logrando cumplir con los objetivos demandados por la empresa. Como se muestra en los resultados de, los indicadores, muestran que se comenzó con un desempeño del 2% para actualmente llegar a un 4.80 teniendo una tendencia ascendente, lo cual hace denotar que en un mes más se alcanzara el objetivo.

Tabla 4.- Indicadores de desempeño.



KPI's

Area: Maintenance
 Responsible person: Jesús Quijada / Mithun PK
 Revision Date: 25-nov-22


Name of Indicator: BDR

| YEAR TARGET 5% | YTD Objective or Limit | Ago | Sept | Oct | Nov | Dec | Jan | Jul | Aug | Sep |
|-------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | 2.00% | 2.18% | 2.62% | 3.16% | #;DIV/0! | #;DIV/0! | #;DIV/0! | #;DIV/0! | #;DIV/0! |
| 5% | 5% | 5% | 5% | 5% | 5% | 5% | 5% | 5% | 5% | |
| Real Molds | Real Molds | 2.00% | 2.35% | 3.50% | 4.80% | | | | | |
| Status Molds | Status Molds | | | | | | | | | |

| SYMBOLS: | PERFORMANCE | ACTION |
|----------|-------------|------------------------------------|
| | 5% or less | CONTINUE WITH ACTION PLAN |
| | >5% | NEEDS IMMEDIATE CORRECTIVE ACTIONS |

En la tabla 5 Indicadores de mantenimiento preventivo se observa que los indicadores de mantenimiento preventivo tuvieron mejoras significativas comenzando con un 10% en el mes de Agosto para actualmente llegar a un 100% de desempeño.

Tabla 5.- Indicadores de mantenimiento preventivo.



KPI's

Area: Maintenance
 Responsible person: Jesus Quijada / Mithun PK
 Revision Date: 25-nov-22


Name of Indicator: Preventive Maintenance

| YEAR TARGET 90% | YTD Objective or Limit | Ag | Sep | Oct | Nov | Dec | Jan | Feb | Marc |
|--------------------|---------------------------|-----|-----|-----|------|----------|----------|----------|----------|
| | | 10% | 13% | 38% | 54% | #;DIV/0! | #;DIV/0! | #;DIV/0! | #;DIV/0! |
| 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | |
| Real Molds | Real Molds | 10% | 15% | 90% | 100% | | | | |
| Status Molds | Status Molds | | | | | | | | |



| SYMBOLS: | PERFORMANCE | ACTION |
|----------|--------------|------------------------------------|
| | 100% or more | CONTINUE WITH ACTION PLAN |
| | < 100% | NEEDS IMMEDIATE CORRECTIVE ACTIONS |

En la tabla 6 Indicadores de mantenimiento predictivo se puede observar que el mantenimiento predictivo mejoró, comenzando con un 30% en el mes de Agosto y actualmente llegar al 97%.

Tabla 6.- Indicadores de mantenimiento predictivo.


| | | | | | | | | | |
|---|---------------------|---------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
|  | Area: | Maintenance | KPI's | | | | | | |
| | Responsible person: | Jesús Quijada / Mijhun PK | Name of Indicator: Predictive Maintenance. | | | | | | |
| | Revision Date: | 25-Nov-22 | | | | | | | |

| YEAR TARGET | YTD | Aug. | Sep | Oct | Nov | Dec | Jan | Feb | March | Apr. |
|-------------|--------------------|------|-----|-----|-----|----------|----------|----------|----------|----------|
| 95% | Objective or Limit | 30% | 33% | 51% | 63% | #;DIV/0! | #;DIV/0! | #;DIV/0! | #;DIV/0! | #;DIV/0! |
| | Real Molds | 95% | 95% | 95% | 95% | 95% | 95% | 95% | 95% | 95% |
| | Status Molds. | 30% | 35% | 88% | 97% | | | | | |



| | | |
|---|--------------------|------------------------------------|
| SYMBOLS: | PERFORMANCE | ACTION |
|  | 95% or more | CONTINUE WITH ACTION PLAN |
|  | <95% | NEEDS IMMEDIATE CORRECTIVE ACTIONS |

En la tabla 7 Indicadores de tiempo medio entre reparaciones se muestra una reducción en el tiempo medio entre reparaciones ya que al iniciar se muestra un tiempo de 6hrs. mejorándolo hasta 1.6hrs.

Tabla 7.- Indicadores de tiempo medio entre reparaciones.

| | | | | | | | | | |
|---|---------------------|---------------------------|-------------------------|--|--|--|--|--|--|
|  | Area: | Maintenance | KPI's | | | | | | |
| | Responsible person: | Jesús Quijada / Mijhun PK | Name of Indicator: MTTR | | | | | | |
| | Revision Date: | 25-Nov-22 | | | | | | | |

| YEAR TARGET | YTD | Aug. | Sep | Oct | Nov | Dec | Jan | Feb | March | April |
|-------------|--------------------|------|-----|--------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 4 | Objective or Limit | 6.00 | 5.1 | 4.4333 | 3.7250 | #;DIV/0! | #;DIV/0! | #;DIV/0! | #;DIV/0! | #;DIV/0! |
| | Real Molds | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Status Molds. | 6 | 4.2 | 3.1 | 1.6 | | | | | |

| | | |
|---|--------------------|------------------------------------|
| SYMBOLS: | PERFORMANCE | ACTION |
|  | <4(HORAS) | CONTINUE WITH ACTION PLAN |
|  | > 4 (HORAS) | NEEDS IMMEDIATE CORRECTIVE ACTIONS |

En la gráfica 2 se muestra como disminuyó drásticamente el scrap, esto gracias a que ya se tiene un mantenimiento preventivo programado periódicamente, esto hace que los sensores estén calibrados siempre y se puedan manipular los parámetros correctamente.

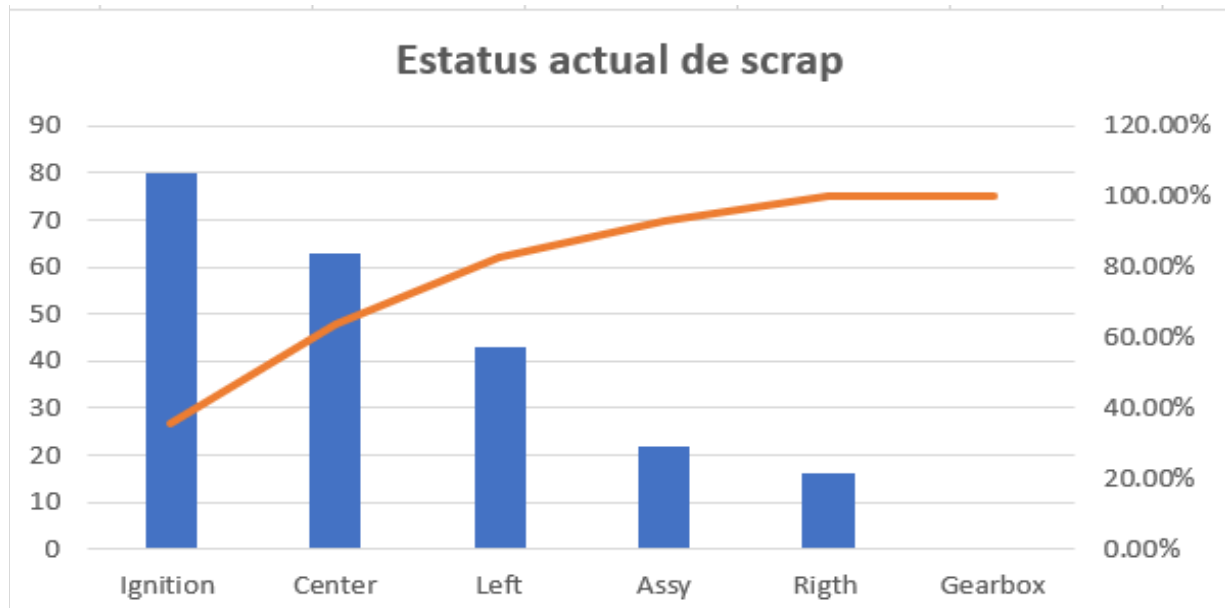


Figura 31.- Grafica actual de scrap.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

6.1 Conclusiones del Proyecto

Como conclusión personal acerca de todo el desarrollo del proyecto y además de todas las experiencias que conlleva el mismo en una referencia de espacio-tiempo, puedo decir que el nivel de conocimiento de una persona no depende del entorno sino de sí mismo, con esto estoy haciendo principal énfasis en que no importa si llegamos a tener los mejores profesores o no, es más que solo una idea que se genera en base a una creencia sobre determinada conducta y al ser todas las personas diferentes estaríamos percibiendo cosas distintas de la misma imagen, volviendo al tema, esos aspectos no importan si tenemos un motivo, una meta por cumplir nuestro límite siempre seremos nosotros, nuestro nivel lo determinamos siempre nosotros mismos.

La empresa “Doiter, S. de R.L de C.V.” es una empresa que cuenta con mucho potencial y observando de una manera crítica contaba con varias deficiencias que con la ayuda de mi asesor empresarial Hugo Serna Martínez y personal de esta se pudieron solucionar de una manera efectiva logrando cumplir con los objetivos y expectativas que por más difícil que se viera se trabajó con esmero y en equipo para alcanzar de manera gradual hasta llega a ellas.

De manera profesional se puede concluir que se cumplieron los objetivos que se tienen planteados en el documento como es el control de inventarios, que yo considero que es algo primordial ya que sin este todo comienza a caer puesto que no se contarán con las piezas o refacciones suficientes para realizar el mantenimiento requerido.

Un objetivo más que se cumplió satisfactoriamente fue el control de la vida útil de las refacciones y moldes, ayudando a evitar piezas fuera de especificación, esta deficiencia con la que la empresa contaba impedía el correcto mantenimiento de los moldes ya que al estar en plena producción los pines se fracturaban, deteniendo por completo la producción.

La estandarización de planos de piezas en digital para poder mandarlas al proveedor es algo que ayudo significativamente ya que las refacciones faltantes ocasionaban que los troqueles no funcionaran de manera eficiente solo con una o dos cavidades cuando algunos suelen tener hasta 4 cavidades.

De manera final considero que fue un gran momento para seguir adquiriendo conocimientos para mi formación como ingeniero que en un futuro no muy lejano necesitaré para ejercer de una manera favorable.

CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS

7.1 Competencias desarrolladas y/o aplicadas.

Las competencias desarrolladas fueron:

- La capacidad para aprender de manera rápida y efectiva nuevos conocimientos.
- Habilidad para realizar cualquier actividad con destreza y en el menor tiempo posible.
- Trabajo en equipo para compartir funciones y establecer actividades colaborativas.
- Iniciativa de avanzar en las técnicas que perfeccionan los procesos
- La toma de decisiones cuando no se encuentra un jefe inmediato para solucionar problemas.
- Responsabilidad de cumplir con los deberes, obligaciones, horarios entre otras cosas más.
- Comunicación en todas direcciones ya sea jefe practicante, practicante jefe o de igual manera con los técnicos y operadores.
- Diseñé e innové distintas piezas que no contaban con planos y/o se necesitan sustituir ciertas medidas y así poder mandar a hacerlos con diferentes proveedores para comparar precios.
- Se mejoro el pensamiento analítico para resolver problemas que surgen de manera imprevista.
- Se utilizaron las TIC'S para la elaboración de los reportes.

CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

8.1 Fuentes de información

Referencias de internet:

López, B. S. (2020, 10 julio). Kaizen: Mejora continua. Ingeniería Industrial Online. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-y-control-de-calidad/kaizen-mejora-continua/>

Manufactura Latam. (s. f.). [manufactura-latam. https://www.manufacturalatam.com/es/blog/los-principales-objetivos-del-mantenimiento](https://www.manufacturalatam.com/es/blog/los-principales-objetivos-del-mantenimiento)

Mantenimiento Productivo Total. Una visión global. (s. f.). Google Books. <https://books.google.com.mx/books?id=IPtzAgAAQBAJ>

Echeverri Cartagena, C. M. (2013). Metodología de mantenimiento de moldes de inyección apoyada en herramientas de gestión de ciclo de vida del producto (PLM) (Doctoral dissertation, Universidad EAFIT).

CAPÍTULO 9: ANEXOS

17. Anexos

[Anexos\Borgwarner\SPARE PARTS LIST COUPLING HOUSING.xlsx](#)

[Anexos\Borgwarner\SPARE PARTS LIST FAN 7133.xlsx](#)

[Anexos\Borgwarner\SPARE PARTS SHIFT CAM.xlsx](#)[Anexos\BRP\1.SPARE PARTS LIST GEAR HOUSING LEFT.xlsx](#)

[Anexos\BRP\Copy of SPARE PARTS IGNITION COVER.xls](#) [Anexos\BRP\SPARE PARTS LIST GEAR HOUSING CENTER.xlsx](#)

[Anexos\Dana\SPARE PARTS DANA COVER.xls](#)

[Anexos\Dana\SPARE PARTS DANA TUBE.xls](#)

[Anexos\Stoneridge\SPARE PARTS LIST HOUSING 21802](#)

[CAV 5-6.xlsx](#) [Anexos\ACUMULADO MANTTO. MOLDES](#)

[INDIA.xlsx](#)

[Anexos\KPI´s.xlsx](#)

[Anexos\R 7.1.3.5.g Registro Limpieza de Taller de](#)

[Moldes.xlsx](#) [Anexos\Formato de evaluación](#)

[final.pdf](#)