



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco

NOMBRE DEL PROYECTO:

Implementación de mantenimiento preventivo en motores y servomotores

NOMBRE DE LA EMPRESA:

Conos De Puebla S. De R.L. De C.V.

REPORTE DE RESIDENCIAS PROFESIONALES

PRESENTA:

Tepatzi Hernández Arturo

NÚMERO DE CONTROL:

20370725

ASESOR INTERNO:

LEONCIO GONZALEZ FERNANDEZ

ASESOR EXTERNO:

EDHER MENDEZ MENDEZ



Instituto Tecnológico de Apizaco

PERIODO DE REALIZACIÓN:

15 de febrero de 2025 al 21 de junio de 2025



Tzompantepec, Tlaxcala, **27/junio/2025**

Oficio No. MM-416/2025

Asunto: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

ISRAEL JORGE SÁNCHEZ SÁNCHEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral:

Alumno (a):	ARTURO TEPATZI HERNÁNDEZ
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. De Control:	20370725
Nombre del Proyecto:	"IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN MOTORES Y SERVOMOTORES".
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

JORGE AGUILAR VÁZQUEZ
JEFE DEL DEPTO. DE METAL-MECÁNICA
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
TECNOLÓGICO DE APIZACO
**DEPARTAMENTO DE
METAL MECÁNICA**



LEONCIO GONZÁLEZ FERNÁNDEZ
ASESOR

c.p.- Archivo.
JAV*petry.



2025
Año de
**La Mujer
Indígena**

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel.
(241) 4172010 Ext. 124, e-mail: mecanica@apizaco.tecnm.mx
tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala **27/octubre/2025**

TEPATZI HERNÁNDEZ ARTURO
EGRESADO(A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
MECATRÓNICA
CON NÚMERO DE CONTROL 20370725.
P R E S E N T E.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: **"IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN MOTORES Y SERVOMOTORES"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **1 USB** del mismo, apropiadamente empastado, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

CECILIA YARELY ARREGUÍN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



ccp. Archivo

CYAL/rrc



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010
Ext. 304, e-mail: dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



AGRADECIMIENTOS

Con gran respeto y gratitud deseo expresar mi reconocimiento a todas las personas e instituciones que han sido fundamentales en la realización de este proyecto.

En primer lugar, quiero agradecer a la empresa **Conos De Puebla S. De R.L. De C.V.** por darme la oportunidad de hacer mi residencia profesional y poder aprender y/o aplicar conocimientos, mientras genero la experiencia necesaria dentro de sus instalaciones para poder crecer y mejorar continuamente.

Extiendo mi sincero agradecimiento a mi asesor externo, el Ing. Edher Méndez Méndez, por su apoyo y guía, así como también su orientación, que han sido esenciales para la culminación de este trabajo. De igual manera, al Mtro. Leoncio González Fernández, mi asesor interno, por su guía académica y compromiso en mi desarrollo profesional.

A mis padres, Teodora Hernández Morales y Jaime Tepatzí Pérez, a quienes les agradezco de todo corazón por darme la oportunidad de estudiar, por darme su cariño y apoyo en mis sueños y aspiraciones, lo cual ha sido la base principal por la cual he podido llegar a donde estoy.

Finalmente, expreso mi agradecimiento al lugar donde termine de forjarme, el Instituto Tecnológico de Apizaco, por brindarme la educación y herramientas necesarias para mi formación como profesional. Este proyecto no solo representa un avance en mi formación profesional, sino también un paso significativo hacia la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en mi carrera. Estoy profundamente agradecido por esta experiencia que ha atribuido tanto a mi desarrollo técnico como personal.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento.

RESUMEN

Como parte de mi formación profesional en Ingeniería Mecatrónica y mi experiencia laboral en el área de mantenimiento en Conos De Puebla S. De R.L. De C.V., desarrollé este proyecto titulado "Implementación de mantenimiento preventivo en motores y servomotores". El objetivo principal de este proyecto es garantizar la operación eficiente, segura y controlada de los sistemas utilizados en procesos industriales mediante la implementación de un uso correcto y eficaz de los componentes que dan vida a la mayoría de la maquinaria.

Este proyecto surgió de una necesidad administrativa y operativa identificada tanto en el área de producción como en el del propio mantenimiento, donde se evidenciaban fallas recurrentes en los procesos de producción de conos debido a paros recurrentes con maquinaria y un ineficiente control en el proceso de actividades para la realización de mantenimiento en dichas máquinas. Estas condiciones comprometían tanto la eficiencia de producción como el tiempo perdido en cada reparación de máquina, además de representar riesgos económicos importantes para la empresa, que podría derivar a los empleados.

Mi propuesta se centra en el diseño e implementación de un calendario sistemático que cumpla con los requisitos técnicos con los que la empresa cuenta actualmente. Para ello, realicé una revisión detallada del actual sistema de mantenimiento para las actividades de mantenimiento, analizando los diferentes métodos que se emplean, cual es la postura con respecto a una nueva forma de aplicación en este tipo de actividades y el rendimiento de los equipos involucrados. Posteriormente, evalué diversas alternativas de solución y perspectivas, incluso la falta de motivación por parte del personal.

El sistema propone un sistema modificado, más óptimo para la realización de dichas actividades, se propone una separación de instrumentos y máquinas que más frecuentemente se "dañan". Dándoles prioridad y constante revisión a aquellos que se tienen en función motores y servomotores.

En este documento se redactará el avance constante de mi proyecto, tomando en cuenta datos como las actividades realizadas, el tiempo que se tomó, etc. Agregando gráficas, modelos matemáticos, planos, manuales u otro documento que sea necesario para la mejora del proyecto.

Se redactará con detalle las actividades que se hayan realizado, dando detalles importantes acerca de las actividades, así como agregar alguna nota o comentario referente a dicha actividad. Se dará un informe constante del progreso diario, semanal o mensual sobre cómo ha ido avanzando el proyecto asignado, agregando puede ser el caso, las limitaciones con las que constantemente se lidia, las causas y/o consecuencias de algunas acciones de mejora en el sistema de mantenimiento y los resultados obtenidos tomando los pros y contras finales con los que el proyecto concluyo.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	2
RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	8
DESCRIPCION DE LA EMPRESA	10
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DONDE SE DESEMPEÑA EL ESTUDIANTE	11
PROBLEMAS A RESOLVER	12
OBJETIVOS.....	14
Generales	14
Específicos.....	14
JUSTIFICACIÓN.....	16
CAPITULO 1.- MARCO TEORICO	18
1.1 ¿Qué es un motor?	18
1.1.1 Aplicaciones y ventajas.....	19
1.2 ¿Qué es un servomotor?.....	20
1.2.1 Principales funciones y ventajas.....	21
1.2.2 Limitaciones.....	22
1.3 ¿Cómo se define mantenimiento?	22
1.4 ¿Cómo se define al mantenimiento preventivo?	23
1.5 ¿Qué otros tipos de mantenimiento existen dentro de una empresa?	24
1.5.1 En función de la tarea.....	24
1.5.2 En función de la cualificación	24
CAPITULO 2.- DESARROLLO	27
2.1 Reconocimiento del área de trabajo	28
2.2 Identificación de motores y servomotores dentro de la planta.....	32
2.3 Recopilación y captura de órdenes de trabajo (OT's)	35
2.4 Recopilación y captura de tiempo disponible y tiempo muerto en cada máquina.....	49
2.5 Planeación y propuesta de un calendario de mantenimiento preventivo	56
2.6 Aplicación de rutinas de inspección periódicas	60
CAPITULO 3.- RESULTADOS	62
3.1 Plano estructural general de planta Conos de Puebla	63
3.2 Implementación de la primera parte proyecto: Nuevo Calendario de Maquinaria	65

3.3 Implementación de la segunda parte proyecto: Calendario de Equipo (Motores y servomotores).....	67
3.3.1 Resultados de implementación Mes de Febrero	77
3.3.2 Resultados de implementación Mes de Marzo y Abril.....	80
3.3.3 Resultados de implementación Mes de Mayo y Junio.....	85
CONCLUSIONES	90
COMPETENCIAS DESARROLLADAS	92
FUENTES DE INFORMACIÓN	95
Ilustración 1. Área de producción	30
Ilustración 2. Área de almacén	31
Ilustración 3. Taller de torneado	31
Ilustración 4. Motor de emergencia. Guardado en espera.....	34
Ilustración 5. Servomotor de emergencia. Guardado en espera	34
Ilustración 6. Nuevo programa proporcionado para captura de OT's.....	36
Ilustración 7. Contenido de datos de captura de OT's.....	37
Ilustración 8. Llenado de datos correspondiente a la orden de trabajo realizada	37
Ilustración 9. Columnas de parámetros guardados.....	38
Ilustración 10. Muestreo de sumatoria de horas de trabajo al día en cada máquina. Febrero.....	51
Ilustración 11. Muestreo de sumatoria de horas de trabajo al día en cada máquina. Marzo	51
Ilustración 12. Muestreo de sumatoria de horas de trabajo al día en cada máquina. Abril.....	52
Ilustración 13. Muestreo de sumatoria de horas de trabajo al día en cada máquina. Mayo	52
Ilustración 14. Muestro de registro de horas a minutos de cada máquina. Febrero	53
Ilustración 15. Muestro de registro de horas a minutos de cada máquina. Marzo	54
Ilustración 16. Muestreo de registro de horas a minutos en cada máquina. Abril.....	54
Ilustración 17. Muestreo de registro de horas a minutos en cada máquina. Mayo	55
Ilustración 18. Antiguo sistema de seguimiento de servicio.....	58
Ilustración 19. Antiguo sistema de seguimiento de servicio.....	59
Tabla 1. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de febrero	39
Tabla 2. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de febrero	40
Tabla 3. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de febrero	40
Tabla 4. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de marzo	41
Tabla 5. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de marzo	41
Tabla 6. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de marzo	42
Tabla 7. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de abril	43
Tabla 8. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de abril	43
Tabla 9. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de abril	44
Tabla 10. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de mayo.....	45

Tabla 11. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de mayo	46
Tabla 12. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de mayo.....	46
Tabla 13. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de junio.....	47
Tabla 14. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de junio.....	47
Tabla 15. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de junio.....	48
Tabla 16. Nuevo sistema de calendario de mantenimiento preventivo. Máquinas de producción. Muestreo	65
Tabla 17. Nuevo sistema de calendario de mantenimiento preventivo. Equipo auxiliar. Muestreo	66
Tabla 18. Calendario de Motores y Servomotores Febrero-Junio	76
Tabla 19. Datos Obtenidos de las máquinas en el mes de febrero	77
Tabla 20. Datos obtenidos en general en el mes de febrero	77
Tabla 21. Datos Obtenidos de las máquinas en el mes de marzo	80
Tabla 22. Datos obtenidos en general en el mes de marzo	81
Tabla 23. Datos Obtenidos de las máquinas en el mes de abril.....	82
Tabla 24. Datos obtenidos en general en el mes de abril.....	83
Tabla 25. Datos Obtenidos de las máquinas en el mes de mayo.....	85
Tabla 26. Datos obtenidos en general en el mes de mayo.....	86
Tabla 27. Datos Obtenidos de las máquinas mitad de mes de junio	87
Tabla 28. Datos obtenidos en general mitad de mes de junio	88
Gráfica 1. Gráfica MTTR-MTBF. Muestra semanal mes de febrero	78
Gráfica 2. Gráfica MTTR-MTBF. Mes de Febrero.....	78
Gráfica 3. Down Time para cada máquina. Mes de febrero	79
Gráfica 4. Gráfica MTTR-MTBF. Muestra semanal mes de marzo	81
Gráfica 5. Gráfica MTTR-MTBF. Mes de marzo.....	81
Gráfica 6. Down Time para cada máquina. Mes de marzo.....	82
Gráfica 7. Gráfica MTTR-MTBF. Muestra semanal mes de abril.....	83
Gráfica 8. Gráfica MTTR-MTBF. Mes de abril.....	84
Gráfica 9. Down Time para cada máquina. Mes de abril	84
Gráfica 10. Gráfica MTTR-MTBF. Muestra semanal mes de mayo.....	86
Gráfica 11. Gráfica MTTR-MTBF. Mes de mayo.....	86
Gráfica 12. Down Time para cada máquina. Mes de mayo	87
Gráfica 13. Gráfica MTTR-MTBF. Muestra semanal mes de junio	88
Gráfica 14. Gráfica MTTR-MTBF. Mitad mes de junio	89
Gráfica 15. Down Time para cada máquina. Mitad mes de junio	89

INTRODUCCIÓN

En la mayoría de las empresas, si no en todas, es necesario el manejo de motores y servomotores, utilizados en mayor frecuencia en aquellas fabricas que utilizan maquinaria pesada, en algún proceso de fabricación, o en alguna máquina o equipo en la que sean necesarios.

El mantenimiento preventivo se puede considerar una forma de estrategia esencial dentro de la industria para asegurar y optimizar la eficiencia y vida útil de cualquier componente, equipo o maquinaria, que suelen ser vitales en muchas de las operaciones, desde la producción hasta el transporte, su óptimo funcionamiento es esencial para poder mantener la productividad y reducir costos. Un programa de mantenimiento preventivo ayuda a las empresas a mejorar sus operaciones, logrando minimizar los riesgos de fallas inesperadas que puedan ocurrir.

El mantenimiento preventivo es una estrategia que implica inspecciones y reparaciones regulares y continuas en los componentes que se requieran (en este caso en motores y servomotores), con el fin de evitar fallas. El utilizar un sistema de mantenimiento preventivo suele atribuirse beneficios tales como: Reducir los tiempos en los que la máquina, equipo o componente este inactivo, reduce los costos de operación, evitando las reparaciones de emergencia que suelen ser más costosas debido a la exigencia, también ayuda en la seguridad laboral, evitando algún accidente no deseado.

Al finalizar el proyecto se espera que el sistema de mantenimiento preventivo en la empresa pueda ser más eficiente y eficaz sobre todo en los motores y servomotores que son elementos cruciales para las operaciones de fabricación. Y a partir de ese sistema poder capacitar al personal para que pueda conocer el cómo está estructurado y poder entender la importancia de mantener componentes en óptimas condiciones y no solo dejarlo hasta que se dañe.

La implementación de un sistema de mantenimiento preventivo en los motores y servomotores, es una estrategia significativa en la eficiencia operativa y

rentabilidad de la empresa. Al satisfacer un método bien estructurado y ajustar las necesidades específicas de la empresa, es posible lograr mejoras significativas en la disponibilidad de equipos, eficiencia energética y seguridad laboral, quisiera que este proyecto pudiera convertirse en algún tipo de modelo para otras iniciativas de mantenimiento en la empresa.

Conos de Puebla es una empresa que se dedica a la fabricación y comercialización de conos de trigo para helado para diferentes empresas dentro de la república, garantizando la inocuidad a los productos que se elaboran, dentro del departamento de mantenimiento se me encarga el registro de información, tal como: el registro de las horas de trabajo de cada máquina, el seguimiento y captura de órdenes de trabajo, la revisión de eficacia de motores (de forma física), apoyo dentro del área de almacén y en ocasiones apoyo general a los mecánicos y electromecánicos en conexiones de tableros, revisión de piezas como moldes, revisión de componentes necesarios en la maquinaria, entre otras actividades de menor importancia pero siendo en su mayor parte la supervisión del cumplimiento del mantenimiento preventivo.

DESCRIPCION DE LA EMPRESA

Conos De Puebla S. De R.L. De C.V., es una empresa que ha sido uno de los mayores productores de conos de helados en todo el estado de Puebla, incluso llegando a ser una marca a nivel nacional, consolidada en el país, la empresa Conos de Puebla es una de las empresas más importantes en la exportación de conos a distintas marcas.

Desde su surgimiento en Puebla desde los años 80's, Conos De Puebla se ha distinguido por su perseverancia en producir productos de alta calidad, contando con un reconocimiento en el sector de mercado como una de las empresas con más marcas de proveedores a los que diariamente se exporta productos. Marcas reconocidas como: Nestlé ®, Burger King ®, KFC ®, Carl's Jr. ®, e incluso marcas extranjeras como lo es Häagen-Dazs, que es alemana, entre otras.

A pesar de que la empresa solo opera en el estado de Puebla, su precedente y relevancia ha sido ampliamente reconocido por diferentes marcas de gran peso dentro del país, garantizando un alto nivel de producción y distribución para satisfacer la necesidad del cliente.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DONDE SE DESEMPEÑA EL ESTUDIANTE

El área de mantenimiento dentro de Conos De Puebla S. De R.L. De C.V., es una de las divisiones más importante dentro de la empresa, dedica a la óptima funcionalidad de las máquinas y equipos utilizados dentro de la misma, dándoles continua revisión para un uso prolongado de cada máquina. Su objetivo principal es prolongar el tiempo de vida de las máquinas y equipos dentro de la empresa, ofreciendo la oportunidad de seguir usándolos por más tiempo del estimado.

Esta área abarca diversas etapas para la óptima intervención:

- ✓ Chequeo y anotación: Se enfoca en el monitoreo regular de las máquinas y equipos, anotando las posibles fallas a reparar.
- ✓ Órdenes de trabajo: Se centra en la petición de llenado de documentación como las órdenes de trabajo, facilitando la captura de datos.
- ✓ Intervención a actividad: Trabajo o actividad realizada hecha según necesidad de dicha actividad, ligada al llenado de órdenes de trabajo.

PROBLEMAS A RESOLVER

Algunos de los problemas que se presentaron es que a pesar de que la empresa lleva 30 años en funcionamiento, es notable que el mantenimiento dado a las maquinas que se utilizan deja mucho que desear, a continuación, menciono algunos de ellos:

1. La implementación de un programa de mantenimiento preventivo **requiere inversión inicial** ya sea en herramientas, capacitación y posiblemente personal adicional, lo que para la empresa que de por si cuenta con una infraestructura que deja mucho que desear será un reto el aceptarlo.
2. El **personal de mantenimiento** debe estar **adecuadamente capacitado** para realizar inspecciones y reparaciones efectivas, dentro de la empresa existen capacitaciones regulares sin embargo en la mayoría de las ocasiones no son capacitaciones que son dispensables para el área de mantenimiento, y debido a esto es que se deben de buscar capacitaciones o pedir las para que puedan darse.
3. La **falta de sistemas de monitoreo adecuados** en la empresa puede dificultar la detección temprana de problemas, lo que reduce la eficiencia del mantenimiento preventivo, cuando se solicita algún equipo en la empresa, esta debe de especificarse para qué es y en donde será utilizada, sin embargo, a pesar de esto suele tardar en llegar el equipo solicitado debido al departamento de compras.
4. El poder ser **capaz de coordinar el mantenimiento preventivo** con la producción activa, la mayoría de los días todas las maquinas o al menos la mayoría están en funcionamiento y no pueden parar a menos de que se dé indicaciones días antes y con poco tiempo de paro.
5. El **personal** puede estar acostumbrado a seguir con el sistema que se ha estado manejando desde hace años y el intentar implementar nuevos procedimientos o tecnologías puede no ser bien aceptada por los mismos, lo que puede retrasar la implementación efectiva del mantenimiento preventivo.

6. La **falta de acceso a manuales de servicio o documentación técnica** actualizada puede complicar la realización de mantenimientos efectivos, varios de los instrumentos, equipos y maquinaria no cuentan con el manual de operación o en el mejor de los casos estos están desactualizados y por lo tanto se consideran obsoletos., lo que dificulta el poder conocer el funcionamiento del equipo y tener que buscarlos.
7. El **no tener los repuestos necesarios disponibles**, en varias ocasiones los repuestos no están disponibles porque o no hay en stock debido a que no se han pedido o porque llegan a robarse dicho material, por lo que también me encargo en parte al inventario mínimo de piezas y refacciones que son necesarias o requeridas para ciertas tareas.
8. Dentro de la empresa los **espacios de trabajo** en varias ocasiones pueden considerarse **inadecuados** debido a la poca movilidad que se puede operar debido a algunos materiales regados, mecánicos utilizando espacio para poder trabajar, operadores que están moviéndose continuamente y por una **falta de herramientas especializadas** para poder agilizar el trabajo y pueda circular más fácilmente.
9. La **falta de comunicación efectiva entre departamentos** retrasa la rápida respuesta a problemas detectados durante el mantenimiento, los diferentes departamentos siempre están en comunicación, pero en muchas ocasiones suelen confundirse en órdenes y terminan retrasando la operación de mantenimiento o alguna otra actividad que se necesite.
10. En algunas ocasiones los mecánicos o electromecánicos suelen **no completar** o mantener **registros detallados de las actividades** de mantenimiento que realizaron y esto dificulta el poder registrar correctamente y llega a haber inconsistencias o errores en datos.

OBJETIVOS

Generales:

Implementar un Programa de Mantenimiento Preventivo Eficaz: Poder diseñar e implementar un programa de mantenimiento preventivo que incluya inspecciones regulares. Este programa debe estar basado en un análisis para poder observar la condición actual de los motores y servomotores.

Capacitar y Fortalecer al Equipo de Mantenimiento: Proporcionar capacitación continua y especializada al personal de mantenimiento para asegurar que tengan las habilidades y conocimientos necesarios para ejecutar el programa de mantenimiento preventivo de manera efectiva.

Optimizar la Disponibilidad de Motores y Servomotores: Implementar un programa de mantenimiento preventivo que garantice la máxima disponibilidad de los motores y servomotores, minimizando los tiempos de inactividad debido a fallos mecánicos.

Específicos:

1. Realizar una inspección detallada de los motores y servomotores para identificar áreas de mejora y necesidades de mantenimiento.
2. Desarrollar un calendario de mantenimiento preventivo que incluya inspecciones y reemplazo de componentes desgastados.
3. Reducir los tiempos de inactividad no programados de los motores y servomotores mediante la implementación de un programa de mantenimiento preventivo.
4. Implementar un sistema de programación de mantenimiento que permita planificar y coordinar las intervenciones de mantenimiento durante los periodos de menor actividad, minimizando así los tiempos de inactividad programados.

5. Desarrollar e implementar protocolos de seguridad estrictos para todas las actividades de mantenimiento, asegurando que el personal esté protegido y capacitado para realizar sus tareas de manera segura.

JUSTIFICACIÓN:

La implementación de un sistema de mantenimiento preventivo para motores y servomotores busca mejorar significativamente la eficiencia operativa, reducir costos y aumentar la seguridad en la empresa.

Uno de los principales desafíos que enfrentan las empresas que dependen de motores y servomotores es el tiempo de inactividad debido a fallos mecánicos. Estos tiempos de inactividad no solo afectan la productividad, sino que también generan costos adicionales. Un programa de mantenimiento preventivo podría permitir identificar y corregir problemas potenciales antes de que causen fallos, lo que podría reducir significativamente los tiempos de inactividad no programados.

Por ejemplo, en varias empresas, un solo día de inactividad de una línea de producción puede resultar en pérdidas significativas. Al implementar un programa de mantenimiento preventivo, se puede reducir el riesgo de paradas imprevistas, asegurando que la producción se mantenga en marcha de manera continua y eficiente.

El mantenimiento preventivo no solo evita fallos, sino que también contribuye a extender la vida útil de los motores y servomotores. Al realizar inspecciones regulares y reemplazar componentes desgastados, se reduce el desgaste rápido de los equipos, lo que a su vez prolongara su vida útil.

Además, al extender la vida útil de los motores y servomotores, se reduce el tener que disponer de nuevos equipos más pronto del esperado.

La seguridad es un aspecto crítico en cualquier lugar de trabajo. Los fallos inesperados de motores y servomotores no solo pueden causar daños al equipo, sino que también pueden poner en riesgo la seguridad del personal. Un programa de mantenimiento preventivo ayuda a identificar y reducir riesgos potenciales, asegurando que el equipo esté en condiciones seguras para su operación.

El mantenimiento preventivo puede parecer costoso a corto plazo, pero a largo plazo resulta más beneficioso para poder ahorrar. Al reducir los tiempos de

inactividad y extender la vida útil de los equipos, se minimizan los costos asociados con reparaciones de emergencia y reemplazo de componentes. Además, al mejorar la eficiencia energética de los motores y servomotores, se pueden lograr ahorros adicionales en costos de energía.

El costo de una reparación de emergencia puede ser varias veces mayor que el costo de un mantenimiento preventivo regular. Al invertir en mantenimiento preventivo, las empresas pueden evitar estos costos adicionales y asegurar una operación más rentable.

Aunque el mantenimiento preventivo puede requerir una inversión inicial, es importante tomarlo como algo a largo plazo. Los ahorros y beneficios que se obtienen con el tiempo superan con creces los costos iniciales. Al extender la vida útil de los equipos, reducir tiempos de inactividad y mejorar la eficiencia energética, se asegura una reducción de costos considerables. Además, al mejorar la seguridad y reducir el riesgo de accidentes, se evitan costos asociados con la pérdida de productividad.

La implementación del mantenimiento preventivo en motores y servomotores es fundamental para poder minimizar posibles fallas que puedan ocurrir y que suelen ser imprevistas, así se puede optimizar el rendimiento y prolongar la vida útil de los equipos. Esto a la larga permitirá reducir gastos en reparaciones, garantizando la continua operativa en los procesos que se requieran. Además, facilita la planificación adecuada de los recursos y garantiza un entorno más seguro para el empleado, evitando riesgos que puedan ocasionarse por fallas mecánicas o eléctricas.

La justificación de este proyecto se basa en su capacidad para mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y aumentar la seguridad, lo que a su vez contribuye a una mayor rentabilidad y sostenibilidad a largo plazo. Al invertir en mantenimiento preventivo, la empresa está invirtiendo en su propio futuro y en la capacidad de mantenerse competitiva en un mercado en constante evolución. Además, de ser capaz de aumentar, si es posible, el nivel de producción y calidad con la que se opera en la actualidad.

CAPITULO 1.- MARCO TEORICO:

1.1 ¿Qué es un motor?

Los motores son componentes fundamentales en una gran variedad de industrias, ya que son los que se encargan de convertir la energía eléctrica en energía mecánica. Un motor puede definirse como una máquina que convierte la energía en trabajo útil mediante la combustión de combustible, la conversión de energía eléctrica en energía mecánica, o por otros medios.

Un motor es una máquina diseñada para convertir la energía térmica en energía mecánica. Es decir, un motor es una máquina que toma una forma de energía, como la combustión de combustible fósil, y la convierte en energía mecánica que se puede utilizar para hacer funcionar otra máquina, como un vehículo o una máquina industrial. [1]

Todos los motores físicos reales de cualquier tipo están sujetos a las leyes de conservación de energía y al hecho de que la energía en el camino se dispersa y, por lo tanto, proporcionará un trabajo total inferior a la energía contenida en el combustible gastado para su funcionamiento.

Existen muchos tipos de motores, cada uno con sus propias ventajas y desventajas. Algunos de los más comunes son: Motores de combustión interna, Motores eléctricos, Motores de combustión externa, Motores de combustión interna alternativos.

En términos de eficiencia energética, los motores eléctricos son considerados como los más eficientes, ya que pueden convertir una alta proporción de la energía eléctrica en energía mecánica. [2]

1.1.1 Aplicaciones y ventajas

Dentro de las aplicaciones, podemos mencionar que se tiene:

1.1.1.1 Automatización de procesos: Los **motores eléctricos** son ampliamente utilizados en la automatización industrial. Desde el accionamiento de maquinaria y equipos hasta el control de robots y brazos mecánicos, los motores eléctricos brindan una precisión y un control superiores, lo que aumenta la eficiencia y la productividad en la línea de producción.

1.1.1.2 Sistemas de transporte: Los motores de tipo eléctrico se utilizan en una amplia gama de vehículos industriales, como montacargas, carretillas elevadoras, grúas y vehículos de carga. Estos motores proporcionan un rendimiento silencioso, una aceleración suave y un mantenimiento reducido en comparación con los motores de combustión interna.

1.1.1.3 Bombas y compresores: En numerosas aplicaciones industriales, como la industria química, la agricultura y el tratamiento de agua, los motores de tipo eléctrico son esenciales para impulsar bombas y compresores. Además de su eficiencia energética, los motores eléctricos ofrecen un mayor control y la capacidad de operar a diferentes velocidades, lo que se traduce en un uso más eficiente de los recursos.

1.1.1.4 Ventilación y refrigeración: En sistemas de climatización industrial, estos motores son utilizados en ventiladores, compresores y unidades de refrigeración. Estos motores ofrecen un rendimiento eficiente y controlable, lo que permite un mejor control de la temperatura y una reducción en el consumo de energía en comparación con los sistemas convencionales.

Dentro de las ventajas, podemos encontrar mencionar las siguientes:

1.1.1.5 Eficiencia energética: Los motores eléctricos son más eficientes en la conversión de energía eléctrica en trabajo mecánico en comparación con los

motores de combustión interna. Esto se traduce en un menor consumo de energía y en ahorros significativos en costos operativos a largo plazo.

1.1.1.6 Menor mantenimiento: Los motores de tipo eléctrico tienen menos piezas móviles en comparación con los motores de combustión interna, lo que reduce la necesidad de mantenimiento y reparación. Además, eliminan la necesidad de cambios de aceite y reducen los costos asociados con el reemplazo de filtros y bujías.

1.1.1.7 Operación silenciosa: Estos motores producen menos ruido y vibración en comparación con los motores de combustión interna. Esto es especialmente importante en entornos industriales donde se valora un ambiente de trabajo tranquilo y seguro.

1.1.1.8 Sostenibilidad ambiental: Este tipo de motores no emiten gases de escape ni contaminantes locales durante su operación. Al utilizar energía eléctrica proveniente de fuentes renovables, los motores eléctricos contribuyen a la reducción de las emisiones de carbono y a la preservación del medio ambiente. [10]

1.2 ¿Qué es un servomotor?

Un servomotor es un motor eléctrico que incorpora un juego de engranes junto con un circuito electrónico de control, con la finalidad de poder controlar el giro de dicho motor y así poder elegir siempre la posición deseada. Normalmente estos dispositivos tienen un rango de operación que está limitado a la hora de su construcción, por lo general trabajan con 180°. Aunque cabe mencionar es fácil modificar esta limitante para que pueda dar giros completos, ya que por lo general los engranes solo tienen un tope que es el que limita el giro.

Los servomotores funcionan a través de una señal eléctrica que tenemos que modificar según la posición en la que queremos girar nuestro motor. A estas modificaciones se le conoce como PWM por sus siglas en inglés Pulse Wide Modulation o Modulación por ancho de pulso. Todos los servos tienen tres cables

uno de Voltaje (4.8v a 6v), uno para tierra (Gnd) y el tercero que se utiliza para recibir la señal modulada que se utiliza para controlar el giro.

A pesar de que existen diferentes tipos de servomotores su funcionamiento es prácticamente el mismo, ya que es dispositivo fue diseñado para una única función que es la de controlar el giro del eje a voluntad.

Dentro de los tipos podemos clasificarlos de dos formas diferentes; por su tipo de giro o por el tipo de motor que utilicen para funcionar. En el primer grupo encontramos a los rotativos, angulares y lineales. Y en la segunda se pueden encontrar los motores paso a paso, motor lineal, etc. [3]

1.2.1 Principales funciones y ventajas:

Algunas de sus principales funciones, se mencionan a continuación:

1.- El servomotor en sí también tiene la función de generar una corriente de pulso. Cada rotación de un ángulo emitirá un número correspondiente de pulsos que pueden ser utilizados por los servomotores para formar una respuesta y un circuito cerrado.

2.- El servomotor de CC se puede dividir en motor con escobillas y motor sin escobillas. En términos de motor con escobillas, tiene bordes de bajo costo, estructura simple, gran par de arranque, amplio rango de velocidad y fácil control.

3.- Mientras que los motores sin escobillas se caracterizan por su tamaño pequeño, peso ligero, gran rendimiento, velocidad de respuesta rápida, inercia pequeña y rotación y par estables.

4.- El servomotor de CA se puede dividir en un motor síncrono y un motor asíncrono. Actualmente, el primero se aplica a menudo en el control de movimiento. Tiene un amplio rango de potencia y puede funcionar con gran potencia.

Algunas de las ventajas que estos equipos pueden proporcionar, son los siguientes:

1.- Al tener una velocidad de respuesta extraordinaria, el servomotor proporciona un gran par en la ocasión de movimiento de posicionamiento rápido de punto a punto, lo que hace que el sistema tenga una respuesta dinámica extremadamente alta y supere con creces el límite del sistema paso a paso tradicional.

2.- El servomotor permanece en el rango de velocidad nominal y pertenece a la salida de par constante. Y tiene una variedad de ajustes de retroalimentación para garantizar la precisión de funcionamiento del servomotor y el par de salida. [11]

3.- Una de las ventajas significativas de los servomotores es su capacidad para funcionar silenciosamente a altas velocidades. En comparación con otros motores, como los de inducción de CA, que pueden generar un ruido considerable en condiciones similares. [12]

1.2.2 Limitaciones

1.- Para muchos, una de las principales desventajas de los servomotores es su coste. Los servosistemas, incluidos los motores y los controladores y codificadores necesarios, suelen ser más caros que los sistemas más sencillos, como los motores paso a paso.

2.- Los servomotores requieren sistemas de control sofisticados y mecanismos de retroalimentación precisos, lo que puede complicar su configuración y mantenimiento.

3.- Los servomotores son sensibles a factores ambientales como el polvo, las vibraciones y el calor, que pueden afectar a su rendimiento y durabilidad. [12]

1.3 ¿Cómo se define mantenimiento?

El mantenimiento es un conjunto de acciones técnicas y de gestión diseñadas para mantener o restaurar un elemento, equipo o sistema en un estado óptimo que le permita cumplir con las funciones requeridas de manera eficiente y segura. Estas acciones incluyen inspecciones, comprobaciones, ajustes, reparaciones y reemplazos necesarios para asegurar que los activos continúen funcionando correctamente y sin interrupciones significativas. [4][5]

Los objetivos principales del mantenimiento son: Asegurar que los equipos estén disponibles para su uso cuando se necesiten, garantizar que los equipos funcionen correctamente sin fallos inesperados, maximizar la vida útil de los equipos y sistemas, minimizar los costos asociados con el mantenimiento, reparaciones y reemplazos. [6]

Existen varios tipos de mantenimiento, cada uno con un enfoque diferente: mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo, entre otras variantes, pero estas son las que se pueden considerar de mayor importancia.

El mantenimiento es crucial para mantener la eficiencia y productividad de los sistemas y equipos. Ayuda a reducir los costos de reparación, minimiza el tiempo de inactividad y prolonga la vida útil de los activos. Además, mejora la seguridad al prevenir accidentes causados por fallos mecánicos.

1.4 ¿Cómo se define al mantenimiento preventivo?

El mantenimiento preventivo es una estrategia proactiva que implica realizar tareas de mantenimiento antes de que ocurran fallos o averías. Su objetivo es mantener los equipos en condiciones óptimas, reducir el tiempo de inactividad y mejorar la eficiencia general de los procesos.

El mantenimiento preventivo se define como el conjunto de acciones planificadas y programadas que se realizan para evitar fallos en los equipos y sistemas. Sus objetivos principales son: Minimizar los tiempos de parada no programados debido a averías, asegurar que los equipos operen a su máxima capacidad, reducir los costos de reparación y reemplazo al prevenir fallos, prevenir accidentes causados por fallos mecánicos, solo por mencionar algunos. [7][8]

Existen varios tipos de mantenimiento preventivo, adaptados a diferentes necesidades y contextos:

1.4.1 Mantenimiento en Función del Tiempo (TBM): Se realiza a intervalos regulares, independientemente del estado del equipo. Ejemplos incluyen cambios de aceite y sustitución de filtros.

1.4.2 Mantenimiento Basado en el Uso (MBU): Se realiza en función del uso real del equipo, como horas de funcionamiento o ciclos de producción.

1.4.3 Mantenimiento Predictivo: Aunque no es estrictamente preventivo, se considera una estrategia proactiva que utiliza técnicas de monitoreo para predecir fallos. [7]

El mantenimiento preventivo tiene grandes ventajas, tales como: Menos reparaciones costosas y menos tiempo de inactividad, equipos funcionando a su máxima capacidad, menor riesgo de accidentes por fallos mecánicos, equipos duran más al recibir atención regular.

1.5 ¿Qué otros tipos de mantenimiento existen dentro de una empresa?

1.5.1 En función de la tarea:

Dependiendo del trabajo a realizar, se pueden distinguir tres tipos de mantenimiento: preventivo, correctivo y predictivo. [9]

Para el mantenimiento preventivo ya se habló anteriormente.

1.5.1.1 Correctivo

Como sugiere su nombre, consiste en reparar la avería una vez que se ha producido. El tiempo de reparación y la inactividad en la producción supone un coste económico para la empresa, por eso lo recomendable es que una compañía emplee recursos en la elaboración de un plan de mantenimiento para evitar este tipo acciones correctivas.

1.5.1.2 Predictivo

La recopilación y la interpretación de datos estadísticos permiten a muchas empresas aplicar una estrategia de mantenimiento predictivo en sus instalaciones y equipos. Si el departamento de mantenimiento industrial detecta valores anómalos, procede a realizar una revisión o el reemplazo de algún componente antes de que se produzca una avería.

1.5.2 En función de la cualificación:

La mayoría de las industrias cuentan con un departamento propio de mantenimiento que sigue un plan de revisión de todos los elementos o componentes. Aunque los

trabajadores de planta suelen realizar algunas tareas en el día a día, en otras ocasiones deben acudir a empresas externas. Por esta razón se pueden distinguir dos tipos de mantenimiento industrial:

1.5.2.1 Mantenimiento interno

Las tareas básicas de revisión y reparación de activos que asumen los empleados de un departamento de mantenimiento varían en función del sector y del tipo de actividad al que se dedica la empresa. Al disponer de los conocimientos necesarios para llevar a cabo este tipo de operaciones, asumir el mantenimiento a nivel interno no supone un gasto extra de tiempo y esfuerzo para la empresa.

1.5.2.2 Mantenimiento externo

En la mayoría de las ocasiones las empresas no pueden asumir de forma propia el mantenimiento de sus activos, por lo que deben acudir a un mantenimiento externo. Este se puede solicitar por varios motivos:

1.5.2.2.1 Externalización legal:

A veces la ley obliga a que las empresas externalicen y certifiquen que el mantenimiento de algunos activos ha sido realizado según las especificaciones de la normativa vigente, por eso deben encargarlo a una empresa profesional, en especial si después tienen que ser inspeccionados por un Organismo de Control Autorizado (OCA): instalaciones de protección contra incendios, transformadores de alta tensión, equipos a presión, tanques de petrolíferas, la calibración de determinados equipos, etc.

1.5.2.2.2 Externalización por falta de tiempo:

Hay tareas que pueden requerir de una mayor complejidad, por eso el departamento de mantenimiento de muchas empresas industriales prefieren externalizarlas. Para que estas sean asumidas por sus empleados tendrían que

emplear recursos económicos en formación, un tiempo del que igual no disponen debido a la carga de trabajo.

1.5.2.2.3 Externalización por falta de medios:

Hasta hace algunos años las empresas invertían en activos que les permitían realizar tareas de mantenimiento, pero que tenían que acabar renovando cada cierto tiempo. En la actualidad los departamentos de mantenimiento optan por no invertir en material y externalizar las tareas que requieren del uso de herramientas específicas. [9]

CAPITULO 2.- DESARROLLO:

Para poder empezar con las actividades en este trabajo, es necesario el poder describir el estado o condición en la que encontré la empresa, pues si bien, si cuentan con un sistema funcional para las actividades de mantenimiento, independientemente de cual sea, eran copiadas en su totalidad en un archivo de Excel, copiando palabra por palabra lo que esta anotado en las ordenes de trabajo.

El calendario programado con el cual se basan para poder organizar, y programar las fechas en las que se les da mantenimiento preventivo a las maquinas es de carácter un poco burdo, ya que contando con documentación aparentemente estable se veía demasiado simple, haciendo uso de un conteo manual, donde se tiene que acertar el mes dependiendo del lapso de tiempo entre un mantenimiento y otro, esto siendo solo de una sola máquina. El calendario no era más que un documento donde se tenía registrada cada máquina en uso, donde se agregaba una serie de meses dividida por secciones en las que se debía agregar el mes en el que se debería hacer mantenimiento según especificaciones de uso.

Las condiciones en las que se tenían los registros era ordenada, catalogada por año, tipo de documentación (formatos, registros u otros), y dentro de alguna de estas carpetas los documentos que almacenan, es ordenado, pero también un poco estresante, algunos documentos eran formatos donde se llevaba un conteo de las horas en las que cada máquina en funcionamiento ha estado trabajando cada día, en cada uno de los 3 turnos, sumando estos se tendría un total que después se registraría en otro documento. Y aunque están ordenados y clasificados, lo que vi es que son documentos que se pueden perder si no sabes que es lo que estás buscando específicamente.

La comunicación dentro del área de mantenimiento si bien no es mala, pude notar que existen ocasiones en las que la misma es ineficiente, mecánicos haciendo lo cosas que no les ordenaron o no haciendo cosas que se les pidió, pequeñas discusiones que llegan a escalar y que ocasionan malentendidos que pueden que la comunicación sea ineficiente, inservible o errónea.

2.1 Reconocimiento del área de trabajo

Antes de poder incorporarme de lleno dentro de la empresa se necesitó hacer un recorrido dentro de la empresa para que pueda familiarizarme o por lo menos poder reconocer las diferentes secciones en la que están distribuidas en la empresa. Se hizo una reunión de bienvenida con los mecánicos a los que el departamento de mantenimiento tiene en su disposición para las actividades.

Se conoció las diferentes áreas o secciones en las que se divide la empresa, así como las reglas en las que se basan las mismas, códigos de acción o de estadía, el no interrumpir con las actividades del otro, el que se debe de hacer mediante un trabajo sin la penosa necesidad de interrumpir o detener las actividades que en ese momento se están realizando.

En esta actividad se aplicó una evaluación exhaustiva del entorno físico y operativo donde se realizarán las intervenciones de mantenimiento, lo que me permitió identificar algunas zonas en los que se podría mejorar, así como también identificar los posibles riesgos y necesidades en las que mi proyecto se pudiera enfocar. En el caso del mantenimiento de motores y servomotores, el reconocer el área de trabajo es fundamental para asegurar que el programa de mantenimiento preventivo sea efectivo y seguro. Conociendo las condiciones con las que están operando y poder ser más eficaz en identificar el área en la que se encuentran.

El conocer el área en la que voy a estar, da la oportunidad de poder saber las diferentes zonas en la que se encuentran las maquinas, el saber moverse dentro, conocer donde esta cada área se ahorra tiempo para poder llegar a algún lado dentro de la empresa.

Al evaluar el entorno físico, se pueden identificar riesgos potenciales que podrían afectar la seguridad del personal o la integridad de los equipos. Esto incluye las condiciones ambientales adversas, obstáculos físicos o falta de iluminación adecuada, etc. El reconocimiento del área permite ser consiente del uso del espacio disponible para el mantenimiento y con forme a eso poder optimizarlo. Como el poder conocer la ubicación de herramientas, repuestos y equipos de seguridad,

asegurándose de que estén accesibles y que no obstaculicen la producción o el área de trabajo.

Conociendo en detalle el área de trabajo, se puede planificar el mantenimiento de manera más eficiente. Coordinando las intervenciones con los momentos de menor actividad o de paro de operaciones, minimizando así el impacto en la producción.

El reconocimiento del área de trabajo debe seguir un enfoque estructurado para asegurar que se cubran todos los aspectos relevantes. Observando las condiciones generales como lo pueden ser el evaluar los factores como la temperatura, humedad y ventilación, ya que pueden afectar el rendimiento de los motores y servomotores o en componentes en general.

Identificando los obstáculos que puedan dificultar el acceso a los equipos o interferir con las actividades de mantenimiento, verificando el estado general de los motores y servomotores, incluyendo signos de desgaste o daño.

Se revisó la documentación de relevancia existente relacionada con el área de trabajo, revisando los manuales de los motores y servomotores para entender sus especificaciones y requisitos de mantenimiento, ya que pueden tener especificaciones importantes, analizando los registros de mantenimiento pasados para identificar si es que hay algunos patrones o problemas recurrentes de los que hay que estar pendientes. Se realizó una lectura de los planos del área para comprender la disposición de los equipos y sistemas, aunque en este caso aquellos planos no están disponibles y solo es posible el poder conocer la disposición de los equipo por medio de la ubicación donde están actualmente.

Las áreas de trabajo son de espacio reducido, por lo que se debe de tener cuidado con lo que haces y el cómo lo haces para no poder interferir en otra cosa, fue necesario el poder saber esto ya que el área de producción es una de las áreas en las que mayormente está en movimiento ya sea moviendo cajas, checando la producción, recogiendo merma, revisando superficialmente que la maquina o equipo esté funcionando erróneamente.

Detectando que las secciones se encuentran distribuidas de tal forma resulta bastante confuso el poder determinar a simple vista o incluso con algunas instrucciones, por lo que se tuvo que memorizar o por lo menos hacer un intento de aprenderlo en poco tiempo, con el paso de las semanas ya se podía conocer la mayoría de ubicaciones importantes, aquellas que son más frecuentadas o con las que más se ha frecuentado. (Véanse las ilustraciones 1,2 y 3)



Ilustración 1. Área de producción.



Ilustración 2. Área de almacén.



Ilustración 3. Taller de torneado.

2.2 Identificación de motores y servomotores dentro de la planta

Esta actividad permitió conocer el inventario actual de equipos, facilitando la planificación y ejecución efectiva del mantenimiento, asegurando que todos los componentes críticos sean monitoreados y mantenidos adecuadamente.

En cualquier planta industrial y en muchas otras partes, los motores y servomotores son componentes esenciales que impulsan la producción y el funcionamiento de los sistemas mecánicos. Estos equipos están diseñados para operar durante largos períodos, pero su rendimiento y vida útil dependen en gran medida del mantenimiento regular que se le da y del mantenimiento preventivo. La identificación precisa de estos motores y servomotores es el primer paso hacia la implementación de un programa de mantenimiento eficaz del que se quiere implementar.

Se identificó todos los motores y servomotores presentes en la planta (o al menos de los que se tienen registro), se planteó la creación de un inventario detallado que incluya información sobre el modelo, ubicación, fecha de instalación e historial de mantenimiento. Esto facilitaría la gestión de recursos y la planificación de intervenciones de mantenimiento. Aunque algo parecido ya está implementado dentro de la empresa sigue siendo ineficiente y un poco tardado por lo que se tiene en consideración el intentar mejorar esta parte. (Véanse ilustraciones 4 y 5)

Se conoció exactamente qué motores y servomotores están en operación o en trabajo, considerando priorizar el mantenimiento tomando en cuenta factores como el estado crítico del equipo, su edad y su historial de funcionamiento, asegurando que los equipos más críticos o en peor estado, puedan recibir la atención necesaria para poder minimizar el riesgo de fallas. Teniendo un registro preciso de los componentes, se reduce el riesgo de sobre comprar repuestos o herramientas innecesarias.

Para empezar, fue necesario realizar una revisión a toda la documentación existente sobre los motores y servomotores que pueda tener la empresa (si es que aun los conservan o están disponibles), incluyendo manuales de servicio, planos de la planta y registros de mantenimiento que se les dio anteriormente.

La documentación proporciona información sobre la ubicación, el modelo y las especificaciones técnicas de los equipos, quitando tiempo al estar buscando o adivinando. Esto puede verse más fácilmente de la siguiente forma:

- Conocer la ubicación exacta del motor o servomotor dentro de la planta.
- Buscar la información que permitirá identificar el equipo y acceder a la documentación técnica específica.
- Conocer cuándo se instaló el equipo ayudara a tener en cuenta la edad del equipo y el desgaste que pueda presentarse.
- Preguntar y conocer cualquier mantenimiento realizado anteriormente, incluyendo inspecciones, reparaciones y reemplazos de componentes, de ser necesario.

Estos documentos son los principales apoyos para la identificación de estos elementos, ya que en ellos contienen sus fichas técnicas, que abarcan modelo, voltaje, corriente, torque, entre otros tecnicismos que conforman las capacidades de los motores y servomotores. La mayoría de los motores y servomotores están en pleno funcionamiento, y pocos son los que están fuera de servicio o están en servicio de mantenimiento y que se mantienen guardados, ya sea para ser usados como un elemento de emergencia, es decir, se quedan en espera hasta el momento en el que alguno de los motores o servomotores no funcione correctamente y se necesite algún reemplazo de uso temporal, esto para que la maquina no quede parada y se pierda la producción. Sin embargo, estos reemplazos son temporales, ya que no sirven para un uso prolongado solo son usados para que el motor o el servomotor que se dañó se puedan reparar o en caso de no ser posible, reemplazar y poder pedir uno nuevo.



Ilustración 4. Motor de emergencia. Guardado en espera.



Ilustración 5. Servomotor de emergencia. Guardado en espera.

2.3 Recopilación y captura de órdenes de trabajo (OT's)

Se recopiló y capturó órdenes de trabajo permitiendo poder organizar y gestionar de manera efectiva las intervenciones necesarias para mantener los equipos en óptimas condiciones, asegura que todas las inspecciones y reparaciones se realicen de manera planificada y coordinada. (Véanse ilustraciones 6, 7 y 8)

Para poder implementar un programa de mantenimiento preventivo más eficiente que con él se cuenta hasta ahora en la empresa, es esencial tener un sistema bien organizado para recopilar y capturar órdenes de trabajo. Esto permite asegurar que todas las intervenciones de mantenimiento estén documentadas, programadas y ejecutadas de manera eficiente, de acuerdo a lo que se necesite.

Al recopilar y documentar todas las órdenes de trabajo, se puede planificar el mantenimiento de manera efectiva. Esto incluye el necesitar coordinar las intervenciones con los horarios de producción, evitando algún tropiezo, accidente, incidente o interrupción para realizar el mantenimiento de ser necesario.

La documentación de las órdenes de trabajo permitirá realizar un seguimiento detallado de las intervenciones realizadas. Facilitando la identificación de patrones que puedan ayudar a mejorar los procedimientos de mantenimiento., con esto también facilita la comunicación entre departamentos que tengan algo que ver en el mantenimiento, asegurando que todos estén al tanto de las intervenciones programadas y puedan prepararse anticipadamente.

Para empezar, es importante el identificar las necesidades de mantenimiento, como lo pueden ser las inspecciones regulares, informes de problemas por parte del personal operativo, o análisis predictivos que indiquen que es necesario el intervenir. Una vez identificada la necesidad de mantenimiento, se crea una orden de trabajo.

Esta incluye información como el equipo involucrado, el ¿por qué? del problema o de la intervención necesaria, los materiales o refacciones necesarias,

así también como las herramientas requeridas, y el personal asignado, para realizar la actividad. Este personal debe estar capacitado para ello.

La orden de trabajo que se asignara al personal de mantenimiento se programa en el calendario de mantenimiento que maneja la empresa, esto hace que la intervención se realice en el momento con menos actividad en producción o cuando sea más conveniente. Mientras se realiza la orden de trabajo, se registra cualquier actividad realizada dentro de la actividad principal por la que fue sacada la orden de trabajo, también se incluyen observaciones, reparaciones realizadas y materiales o repuestos utilizados, esto ayuda al seguimiento de las intervenciones de cada máquina. Cuando terminan de realizar la o las actividades, se revisa, se libera y se posteriormente se registra en un programa de Excel, actualizando el historial de mantenimiento.

2025	<i>CENTRO DE CAPTURA</i> <i>Ordenes de Trabajo</i>
<i>CAPTURA TIEMPO MUERTO</i> +	

Ilustración 6. Nuevo programa proporcionado para captura de OT's.

Captura Down Time

FECHA: 10/06/2025

Captura ordenes de trabajo

LINEAS: TURNO: NUMERO DE O.T.:

SISTEMA: Estación: HORA DE PARO: COLOCAR FORMATO DE 24 HRS.

MANTENIMIENTO: TIEMPO DE PARO TOTAL : COLOCAR DT EN MINUTOS

CODIGO:

TECNICO MANTTO:

DESCRIPCION FALLA:

SOLUCION Y/O ACTIVIDAD REALIZADA:

CAUSA RAZA:

LISTADO CODIGOS DE FALLAS

Guardar Informacion

Ilustración 7. Contenido de datos de captura de OT's.

Captura Down Time

FECHA: 10/06/2025

Captura ordenes de trabajo

LINEAS: J 60 A azucarado TURNO: 1° NUMERO DE O.T.: 3898

SISTEMA: MOLDES Estación: HORNC HORA DE PARO: 21:00 COLOCAR FORMATO DE 24 HRS.

MANTENIMIENTO: Soporte TIEMPO DE PARO TOTAL : 30 COLOCAR DT EN MINUTOS

CODIGO: FT003

TECNICO MANTTO: Itzkuahtli Flores

DESCRIPCION FALLA: AJUSTE DE MOLDE

SOLUCION Y/O ACTIVIDAD REALIZADA: Captura

CAUSA RAZA: Captura

LISTADO CODIGOS DE FALLAS

Guardar Informacion

Ilustración 8. Llenado de datos correspondiente a la orden de trabajo realizada.

Se hizo cargo de las capturar de órdenes de trabajo que hasta el momento se han realizado a partir del mes de febrero para que fuera revisado, aprendiendo el cómo es que son archivados estos documentos, para que posterior se pueda revisar y poder dar algún aviso cuando alguna maquina necesite revisión, o se requiera adelantar su programación en el calendario para su mantenimiento preventivo, contando también con hacer una revisión de los motores y servomotores, esto haciéndolo para que estén en pleno funcionamiento.

NO.	MES	SEM	FECHA	LINEAS	ESTACION	SISTEMA
-----	-----	-----	-------	--------	----------	---------

# O.T.	TIPO DE MANTTO	CODIGO FALLA	DESCRIPCION FALLA	TURN0	SOLUCION AL PROBLEMA
--------	----------------	--------------	-------------------	-------	----------------------

NOMBRE DEL TEC. DE MANTTO	HORA DE PARO	TIEMPO MUERTO	CUASA RAIZ	DOWN TIME
---------------------------	--------------	---------------	------------	-----------

Ilustración 9. Columnas de parámetros guardados.

Una vez capturados estos datos se guardaron en otra sección del documento Excel, donde estos se podrán visualizar cuando sea necesario con mayor facilidad en lugar de guardarlos mes por mes como se sigue haciendo actualmente, pero es una característica que no se puede modificar ya que vienen de ordenes mayores.

Estas columnas de información son, en opinión personal y con la opinión del ingeniero, las que en su mayoría recaudan más información de las ordenes de trabajo (OT's), también contando con una columna que muestra el tiempo muerto con el que la maquina dejo de producir, esto para conocer qué tan eficaz y eficiente es el personal de mantenimiento para darle una solución al problema o falla, tomando en cuenta el menor tiempo posible para su solución, en caso de no ser de forma rápida o inmediata, poder dar una explicación justificada del ¿Por qué?, y el tiempo estimado de solución tardía. (Véase ilustración 9)

Muestreo de capturas de órdenes de trabajo (OT's). Mes de Febrero.
(Véanse tablas 1, 2 y 3)

NO.	MES	SEM	FECHA	LINEAS	ESTACION	SISTEMA
0	Febrero	6	04-02-25	J 43K azucarado	HORNO & DESCARGA	MOLDES
1	Febrero	6	04-02-25	JUA 60 P azucarado	HORNO & DESCARGA	SISTEMA MECÁNICO
2	Febrero	6	04-02-25	J 43K azucarado	HORNO & DESCARGA	SISTEMA MECÁNICO
3	Febrero	6	04-02-25	Z 24-4 salado	HORNO & DESCARGA	SISTEMA ELÉCTRICO
4	Febrero	6	05-02-25	Z 24-2 salado	HORNO & DESCARGA	SISTEMA MECÁNICO
5	Febrero	6	05-02-25	J 43K azucarado	HORNO & DESCARGA	MOLDES

Tabla 1. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de febrero.

# O.T.	TIPO DE MANTTO	CODIGO FALLA	DESCRIPCION FALLA	TURNOS	SOLUCION AL PROBLEMA
3410	Soporte	FT003	AJUSTE DE MOLDE	1°	Se realiza cambio de presentación de canasta especial a canasta grande.
3411	Correctivo	FR009	POSICIONES INCORRECTAS	1°	Se posiciona correctamente pulpo. Se realizan pruebas de funcionamiento.
3412	Correctivo	FR009	POSICIONES INCORRECTAS	2°	Se revisan botadores No.9 y No.10 ya que no bajaban. Se bajan canastas No.9 y No.10, se les da revision y servicio. Se realizan pruebas.
3413	Correctivo	FB002	FALLA CONTACTORES Y RELEVADORES	2°	Se cambia relevadores y cable dañando

3415	Correctivo	FR016	DAÑO EN RODAMIENTOS O FLECHA	2°	Se ajusta barredora/ Se posiciona/ No.4 causa daño/Se cambia flechas dañadas de barredora.
3416	Soporte	FT003	AJUSTE DE MOLDE	2°	Se realiza cambio de presentación de canasta grande a canasta especial y de canasta especial a canasta mediana.

Tabla 2. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de febrero.

NOMBRE DEL TEC. DE MANTTO	HORA DE PARO	TIEMPO MUERTO	CUASA RAIZ	DOWN TIME
Pedro Pablo	12:30:00	210	Petición de producción.	105
Itzkuauhtli Flores	12:20:00	0	Colocacion incorrecta de maquina.	0
Kevin López	16:30:00	70	Mala colocación de elementos.	35
Arturo Servin	22:00:00	844	Falla en relevadores y mal cuidado de cable	422
Kevin López	16:15:00	185	Mal uso de barredora.	93
Kevin López	17:00:00	585	Petición de producción.	293

Tabla 3. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de febrero.

Muestreo de capturas de órdenes de trabajo (OT's). Mes de Marzo. (Véanse tablas 4, 5 y 6)

91	Marzo	10	04-03-25	J 108 S azucarado	HORNO & DESCARGA	SISTEMA MECÁNICO
92	Marzo	10	04-03-25	J 108 S azucarado	HORNO & DESCARGA	SISTEMA MECÁNICO
93	Marzo	10	04-03-25	J 61R azucarado	HORNO & DESCARGA	MOLDES
94	Marzo	10	05-03-25	J 108 S azucarado	HORNO & DESCARGA	SISTEMA MECÁNICO
95	Marzo	10	05-03-25	Z 36 Salado	HORNO & DESCARGA	MOLDES
96	Marzo	10	06-03-25	J 61R azucarado	HORNO & DESCARGA	MOLDES

Tabla 4. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de marzo.

3520	Correctivo	FR008	PIERDE REFERENCIA	2º	Se enderezan varillas dobladas/Cambio de aditamentos/Pruebas de funcionamiento "OK".
3521	Correctivo	FR008	PIERDE REFERENCIA	2º	Se enderezan varillas y se colocan en banda con aditamentos.
3522	Correctivo	FT003	AJUSTE DE MOLDE	3º	Se realiza cambio de presentación de cono 120 a mini cono.
3523	Correctivo	FR008	PIERDE REFERENCIA	1º	Cambio de turbina superior/Se cambian barrenos y se fabrican piezas de acoplamiento.
3524	Correctivo	FT003	AJUSTE DE MOLDE	1º	Ajuste de posición de molde/Alineación de leva de apertura.
3527	Correctivo	FT003	AJUSTE DE MOLDE	1º	Se realiza cambio de presentación de mini cono a cono 120.

Tabla 5. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de marzo.

Pedro Pablo	18:00:00	10	Descuido de parte del personal.	5
Alberto Mancilla	19:30:00	45	Descuido por parte de personal.	23
Kevin López	07:30:00	602	Petición de producción.	301
Francisco Tezoquipa	10:30:00	210	Desgaste en elementos mecanicos.	105
Francisco Tezoquipa	13:35:00	38	Desgaste en el molde.	19
Oscar Cuautle	11:00:00	40	Petición de producción.	20

Tabla 6. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de marzo.

Muestreo de capturas de órdenes de trabajo (OT's). Mes de Abril. (Veanse tablas 7, 8 y 9)

175	Abril	14	31-03-25	Z 36 Salado	HORNO & DESCARGA	MOLDES
176	Abril	14	31-03-25	J 60 A azucarado	HORNO & DESCARGA	SISTEMA MECÁNICO
177	Abril	14	31-03-25	JUA 60 P azucarado	HORNO & DESCARGA	SISTEMA MECÁNICO
178	Abril	14	01-04-25	J 43K azucarado	HORNO & DESCARGA	SISTEMA MECÁNICO
179	Abril	14	01-04-25	J 60 A azucarado	HORNO & DESCARGA	MOLDES
180	Abril	14	02-04-25	HAAS 36 Q salado	HORNO & DESCARGA	SISTEMA MECÁNICO

Tabla 7. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de abril.

3617	Correctivo	FT003	AJUSTE DE MOLDE	1º	Se habilita máquina por molde abierto parte trasera de máquina, se sale de tiempo por lo mismo/Se pone a tiempo y se ajusta botador.
3618	Correctivo	FR016	DAÑO EN RODAMIENTOS O FLECHA	2º	Se realiza cambio de tornillo degollado de flecha No.7, desmontaje de flecha, cambio de rodamiento y calibración de funda, pruebas de funcionamiento "OK".
3619	Correctivo	FR009	POSICIONES INCORRECTAS	2º	Se coloca en posición pistón de arrastre de banda de apilamiento/Limpieza de estructura y pruebas de funcionamiento "OK".
3620	Correctivo	FR009	POSICIONES INCORRECTAS	1º	Se bajan barra de acuerdo a especificaciones de presentación.
3621	Soporte	FT003	AJUSTE DE MOLDE	2º	Se realiza cambio de presentación de pachuco a trombón.
3623	Correctivo	FR008	PIERDE REFERENCIA	3º	Se endereza botador, se solda leva de riel de moldes de apertura, se ajusta barredora y botador.

Tabla 8. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de abril.

Arturo Servin	08:50:00	57	Descuido de personal.	29
Itzkuauhtli Flores	15:20:00	115	Desgaste de elementos mecánicos.	58
Itzkuauhtli Flores	17:00:00	140	Desajuste por uso continuo.	70
Kevin López	07:50:00	0	Petición de producción.	0
Itzkuauhtli Flores	15:30:00	395	Petición de producción.	198
Oscar Cuautle	02:00:00	180	Desgaste mecánico.	90

Tabla 9. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de abril.

Muestreo de capturas de órdenes de trabajo (OT's). Mes de Mayo. (Véanse tablas 10, 11 y 12)

280	Mayo	18	01-05-25	J 61R azucarado	HORNO & DESCARGA	MOLDES
281	Mayo	18	02-05-25	Z 24-4 salado	HORNO & DESCARGA	MOLDES
282	Mayo	18	03-05-25	J 60 A azucarado	HORNO & DESCARGA	MOLDES
283	Mayo	18	03-05-25	J 43K azucarado	HORNO & DESCARGA	MOLDES
284	Mayo	18	04-05-25	J 60 A azucarado	HORNO & DESCARGA	MOLDES
285	Mayo	18	04-05-25	Z 24-5 salado	HORNO & DESCARGA	SISTEMA MECÁNICO

Tabla 10. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de mayo.

3760	Soporte	FT003	AJUSTE DE MOLDE	3º	Se realiza cambio de presentacion de cono 110 a miniolela.
3762	Correctivo	FT003	AJUSTE DE MOLDE	2º	Habilite maquina por molde abierto No.7, ya que rodamiento queda sobre la placa de la corona.
3764	Soporte	FT003	AJUSTE DE MOLDE	1º	Se realiza cambio de presentacion de trombon a canasta especial.
3769	Soporte	FT003	AJUSTE DE MOLDE	1º	Se realiza cambio de presentacion de canasta especial a canasta mediana.

3770	Soporte	FT003	AJUSTE DE MOLDE	1°	Se realiza cmabio de canasta especial a cono trombon/Se realiza cambio de trombon a 150.
3771	Correctivo	FR008	PIERDE REFERENCIA	2°	Se habilita maquina y se ajusta barredora.

Tabla 11. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de mayo.

Flavio Felipe	00:30:00	2278	Peticion de produccion.	1139
Kevin López	21:41:00	34	Descuido de personal.	17
Itzkuauhtli Flores	08:15:00	325	Peticion de produccion.	163
Itzkuauhtli Flores	13:00:00	301	Peticion de produccion.	151
Flavio Felipe	17:00:00	1240	Peticion de produccion.	620
Flavio Felipe	15:20:00	30	Descuido de personal.	15

Tabla 12. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de mayo.

Muestreo de capturas de órdenes de trabajo (OT's). Mes de Junio. (Véanse tablas 13, 14 y 15)

394	Junio	22	01-06-25	J 60 A azucarado	HORNO & DESCARGA	MOLDES
395	Junio	23	02-06-25	J 121-1B azucarado	HORNO & DESCARGA	SISTEMA MECÁNICO
396	Junio	23	02-06-25	J 43K azucarado	HORNO & DESCARGA	SISTEMA MECÁNICO
397	Junio	23	03-06-25	Z 24-4 salado	HORNO & DESCARGA	SISTEMA MECÁNICO
398	Junio	23	03-06-25	J 61R azucarado	HORNO & DESCARGA	MOLDES

Tabla 13. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de junio.

3905	Soporte	FT003	AJUSTE DE MOLDE	3º	Se realiza cambio de presentacion de 155 a cono trombon.
3906	Correctivo	FR016	DAÑO EN RODAMIENTOS O FLECHA	1º	Se coloca brazo de pulpo estructur/Cambio de rodamientos y reapriete de tornilleria de todos los brazos.
3907	Soporte	FR009	POSICIONES INCORRECTAS	2º	Se traspasa bomba de bicolor de J-69 a J-43, soporte de dosificador y carro de ajuste de plataforma deslizante.
3908	Correctivo	FR016	DAÑO EN RODAMIENTOS O FLECHA	1º	Se cambió flechas de barredora dañadas por molde abierto parte delantera No.15
3909	Soporte	FT003	AJUSTE DE MOLDE	1º	Se realiza cambio de presentación de minioleas a cono 120.

Tabla 14. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de junio.

Flavio Felipe	07:30:00	225	Peticion de produccion.	113
Flavio Felipe	12:50:00	50	Desgaste de materiales.	25
Francisco Tezoquipa	16:00:00	95	Maquina requiere adaptacion.	48
Pedro Pablo	08:00:00	40	Molde pegado doblo la barredora, por decuido de personal.	20
Flavio Felipe	11:30:00	400	Peticion de produccion.	200

Tabla 15. Muestreo de Órdenes de Trabajo capturadas en el mes de junio.

2.4 Recopilación y captura de tiempo disponible y tiempo muerto en cada máquina

Se hizo un estudio general referente al conocer el cómo se están utilizando los equipos y dónde se pueden implementar mejoras significativas. El tiempo disponible y el tiempo muerto son conceptos clave en la producción industrial. El tiempo disponible hace referencia al período en el cual una máquina está operando y que puede ser utilizada para producción. Por otro lado, el tiempo muerto hace referencia a los períodos en los que la máquina no está en funcionamiento debido ya sea a fallos, alguna programación de mantenimiento, falta de materiales o cualquier otra causa que pueda hacer que la máquina no está operando.

Se analizó los patrones de tiempo muerto, pudiendo identificar las causas más comunes que presenta una máquina inactiva, como fallos mecánicos, falta de mantenimiento preventivo o problemas de suministro, enfocado en poder resolver estos problemas específicos. Conociendo el tiempo disponible real de cada máquina, se pueden planificar mejor las producciones, haciendo que los recursos necesarios sean utilizados de manera más eficiente. Entendiendo cuándo y por qué ocurren los tiempos muertos, podemos ajustar los programas de mantenimiento preventivo para minimizar la frecuencia y duración de estos períodos.

Dentro de la empresa se utiliza un sistema de registro que permite capturar el tiempo de funcionamiento y el tiempo muerto de cada máquina. Esto se hace manualmente mediante hojas de registro que son utilizadas y llenadas por los mecánicos y electromecánicos, para posteriormente registrarlas en un documento de Excel del cual constantemente se actualiza para guardar el tiempo de operación y con forme a eso se puede contar el tiempo restante para su próxima programación de mantenimiento.

Después de que hayan registrado en forma digital esta información, se hizo un conteo en minutos y se pasara a otro documento donde estarán registrados los datos en un formato de minutos registrados por semanas. Los datos recopilados permiten el poder ajustar los programas de mantenimiento para enfocarse en las áreas que más lo necesitan, lo que reduce la probabilidad de fallos inesperados.

Con información precisa sobre el tiempo disponible, se está planificando mejor las producciones y recursos, asegurando que se use al máximo el uso de los equipos, sin sobre exigirlos.

Los sensores conectados a los motores y servomotores son los que proporcionan los datos en tiempo real sobre su estado de funcionamiento, permite una captura automática y precisa de los tiempos de funcionamiento y paradas, estos son revisados por los mecánicos y electromecánicos para conocer el estado de los motores o en varias ocasiones solo se guían por una observación visual, lo cual no es recomendable.

Y, al igual que en el anterior punto estos datos recopilados permiten ajustar los programas de mantenimiento para enfocarse en las áreas necesarias, lo que reduce la probabilidad de fallos inesperados.

Los tiempos muertos y disponibles de una máquina dentro de una empresa, son a gran escala de suma importancia, en estos documentos o datos si es que se quieren tomar por separado, se registran de forma que se muestra el tiempo que cada máquina ha estado trabajando separado por los turnos de trabajo del personal, para posterior hacer el sumatorio total. Dentro de la empresa son importantes ya que con los mismos es capaz de deducir y prevenir algún descuido de mantenimiento en las maquinas.

Los tiempos muertos a pesar de que sean generales, es decir, que toman todos los componentes dentro de la misma para generalizar el servicio de mantenimiento sigue siendo efectivo, esto gracias a que los servicios de mantenimiento se hacen de una manera que el propio personal de mantenimiento ya está acostumbrado a que se realice de esta manera, ojala se pudiera hacer de una más específica para que se pudiera abarcar pieza por pieza (o por lo menos las piezas más relevantes para el funcionamiento correcto de la máquina) dentro de la máquina a que si solo se hiciera de manera más general.

Registros de horas trabajas. Mes de Febrero. (Véanse ilustración 10)

HORAS DE TRABAJO	TOTALES	Máquina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		J-43X	12	0	0	15.5	18	24	18	12	0	22	23	22	24	24	19
		J-53	11	0	0	17	15	6	8	0	0	0	16.5	0	0	0	0
		J-60	4.5	0	0	13.5	17	20	19	8	0	11	23	24	21	24	8
		J A 6-60	12	0	0	16	24	24	23	12	0	21	21	24	24	23	19
		J-61	11	0	0	16	23	9	1	12	0	8	9	24	24	24	19
		J-69X	13	0	0	17.5	24	24	24	11	0	23	22	23.5	24	24	19.5
		J-95	7	0	0	0	7.5	12.5	16	8	0	9	14.5	0	0	11	0
		J A 8-108	12	0	0	20	23	24	23.5	12	0	13	16.5	24	23	23	21
		J-1	0	0	0	10	22	23.5	24	8	0	9	20	23	24	24	18
		J-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		HAAS 24	20	0	0	21	24	24	24	19	10	24	23	23	21	21.5	8
		HAAS 36	21	0	0	18	23	24	20	21	15	24	21	23	22	22	19
		Z-18-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Z-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Z-2	14	0	0	10.5	17	22	13	4	0	8	11	22.5	21	14	11
		Z-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Z-4	21	0	0	0	16	24	24	19	8	24	20	24	24	24	18
		Z-5	0	0	0	0	5	21	22.5	13	0	11	20.5	21	6.5	16	15
		Z-6	21	0	0	22	8	18.5	7	0	0	0	0	13	24	23.5	9
Z-7	19	0	0	20	24	23	24	20	8	23	20	23	18	22	6		
Z-8	21	0	0	22	24	24	15	13	0	15	11.5	11	0	7	0		
Z-36	13.5	0	0	18.5	20.5	21.5	22	18.5	14	24	23	24	22	23	19.5		

Ilustración 10. Muestreo de sumatoria de horas de trabajo al día en cada máquina. Febrero

Registros de horas trabajas. Mes de Marzo. (Véase ilustración 11)

HORAS DE TRABAJO	TOTALES	Máquina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		J-43X	0	0	20	17	23.5	24	9.5	0	0	0	22	17	12	17	1
		J-53	0	0	20.5	24	12	22	18	8	0	0	1	24	24	21	7
		J-60	6.5	1	18	24	22.5	24	9.5	13	6.5	23	24	16.5	24	0	14
		J A 6-60	12	5.5	22	23.5	23.5	22	24	13	0	21.5	24	22.5	23.5	20	20
		J-61	12	0	9	24	13	1	0.45	10.5	0	1	24	6.5	22	12	3
		J-69X	12	7	23	24	24	24	22	12.5	0	23	24	24	24	23	18
		J-95	0	0	0	20	24	21	22	12	0	12.5	22.5	19	15	13.5	5
		J A 8-108	12	6	23	22	18	21	21	12	14	24	23.5	24	24	21	18
		J-1	12	4	22	24	24	24	21.5	11	0	17	23	24	24	10	9
		J-2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	14	20
		HAAS 24	13.5	12.5	21	22.5	23.5	23.5	24	11	9	19.5	15	21	22	21	12
		HAAS 36	12	3.5	18.5	21.5	23.5	23.5	24	13	0	20	24	23	22	20	12
		Z-18-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Z-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Z-2	12.5	0	12.5	8	9	21	7	7	0	0	16	13.5	6	21	4
		Z-3	8	0	4	21	24	24	10	0	4	23	21	23	23.5	22	6
		Z-4	13.5	13	24	24	23.5	23.5	23.5	8	14	19.5	24	24	23	23	11.5
		Z-5	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Z-6	13.5	0	21.5	24	24	18.5	23.5	14	14	22	24	24	23	23	11
		Z-7	13	12.5	21	23	21	23	22.5	9	6.5	11	19.5	23.5	18.5	22	12
		Z-8	13	12.5	21.5	24	23.5	24	24	14	11.5	22.5	24	23.5	23	22	12
		Z-36	8.5	0	22.5	24	17.5	23	24	12	2	19.5	24	24	24	21	13

Ilustración 11. Muestreo de sumatoria de horas de trabajo al día en cada máquina. Marzo

Registros de horas trabajas. Mes de Abril. (Véase ilustración 12)

HORAS DE TRABAJO	TOTALES	Máquina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		J-43X	23	14	19.5	15	12	0	24	22	14.5	21.5	22	11	0	16	18
		J-53	0	0	0	0	0	0	5	0	5.5	3.2	2	0	0	16	14
		J-60	18	22	17	17	12	0	23	24	19.5	22	22	11	0	16	21
		J A 6-60	22	20	23	19.5	11.5	0	16	24	16	14.5	20	11	20	22	21
		J-61	22	13	17.5	23	8	0	13	18	22	15.5	13.5	10	0	13	17
		J-69X	21	22	24	23	12	16	24	23	24	21	21	11	23	19	24
		J-95	6.5	10	23.5	8	0	0	3	20	18	20	19	8	0	14	24
		J A 8-108	19.5	19	24	24	11	15	24	24	22.5	23	22	11	12	21	24
		J-1	8	12.5	24	24	11	0	9	24	15	17.4	24	11	0	2	23
		J-2	13	16	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		HAAS 24	0	14	23	22	23	24	21.5	22	21	21.4	24	15	23	19	20
		HAAS 36	21	22	23	23	24	23	23.5	21	20	15	4	9	0	0	20
		Z-18-1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	11.5	24	11	0	7	16
		Z-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Z-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Z-3	22	23	23.5	22	15	16.5	23	19.5	24	18.5	23	23	24	20.5	13
		Z-4	24	23	22.5	22	21.5	20.5	23	23	23	6.5	23.5	23	24	23	11
		Z-5	0	0	0	0	0	0	0	17	22	20.1	23	23	23	20.5	11
		Z-6	20	23	24	20	12	7	15	23.5	23	23	24	11	0	16	22
		Z-7	20	16	15	16	8	0	13	18	22	4	8	8	0	0	6
		Z-8	23	23	23	18.5	20	0	24	23	24	17.5	24	10.5	8	16	17
		Z-36	23	24	23	24	24	23	24	24	24	20.6	22	24	24	22	24

Ilustración 12. Muestreo de sumatoria de horas de trabajo al día en cada máquina. Abril

Registros de horas trabajas. Mes de Mayo. (Véase ilustración 13)

HORAS DE TRABAJO	TOTALES	Máquina	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		J-43X	0	20	7	0	18.5	16	23	11	8.5	1	0	7.5	0	6	0
		J-53	0	7.5	8.5	0	0	0	3	19.5	0	1.5	0	14	22	8	21
		J-60	0	18.5	9	0	17	24	18.5	23.5	24	12.5	0	18.5	22	12	24
		J A 6-60	8	17	11	0	21	23	23	24	24	12	6	22	23.5	23.5	24
		J-61	9.5	19	15	2	16	17.5	18	23.5	21	9	16	20.5	20	22	24
		J-69X	0	21	12	0	22.5	24	22	24	24	13	6.5	21.5	23	22	24
		J-95	8.5	12	11.5	0	12.5	24	22	24	22.5	12	7	21	23	23	24
		J A 8-108	24	21.5	12	15	24	24	24	24	24	19	24	24	22.5	24	24
		J-1	16	19	9	13	20	24	23	24	24	19.5	24	24	23	24	24
		J-2	0	0	0	0	0	0	0	0	5.9	23	24	24	24	24	24
		HAAS 24	19	22	11.5	15	22.5	14	24	21	24	12	0	15.5	24	23	24
		HAAS 36	24	24	12	23	23.5	24	24	23	24	12	0	23	24	24	24
		Z-18-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Z-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Z-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Z-3	23.5	23	12	10	23.5	24	24	22.5	24	11	0	21.5	24	21.5	21.5
		Z-4	24	24	11	22	23	23.5	23	19	24	10	0	22	24	23.5	19
		Z-5	24	24	11	20	20.5	24	24	23.5	24	12	0	22.5	23.5	23	18.5
		Z-6	0	15	12.5	0	19.5	24	23.5	24	14	0	0	14	23	24	22
		Z-7	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Z-8	0	0	0	0	0	0	3.5	0	0	0	0	0	8.5	7	0
		Z-36	24	23	12	22	24	17	24	24	24	12	0	22	22	24	24

Ilustración 13. Muestreo de sumatoria de horas de trabajo al día en cada máquina. Mayo

Se realizó este aporte día a día para posteriormente separarlos por semanas del mes y tener un registro semanal de cuantas horas se trabaja (aunque estas horas sean convertidas a minutos). Estas conversiones se hacen para cada máquina que se encuentre dentro de la empresa, aun cuando esta no esté funcionando, las conversiones se hacen sumando las horas de la primera semana del mes del que se hace el registro, para luego convertir estas horas totales en minutos y registrar el número dado en otro documento.

Registros de horas trabajadas convertidas en minutos para indicadores. Mes de Febrero. Registro en cada máquina dentro de la empresa. (Véase ilustración 14)

			J 60 Azucarado						
			1	2	3	4	5	6	7
MONTH WEEK & MONTH			D.T			FALLAS	METRICOS		
			MIN PROG	DT. HRS	DT. MIN	FALLAS	MTTR MIN	MTBF MIN	
ENE	ENE	ENEENE	26100	0.0	0	0	#iDIV/0!	#iDIV/0!	
FEB	FEB	FEBFEB	26970	1.5	92	1	91.5	26970.0	
6	FEB	6FEB	4650	0.0	0	0	#iDIV/0!	#iDIV/0!	
7	FEB	7FEB	7080	0.0	0	0	#iDIV/0!	#iDIV/0!	
8	FEB	8FEB	7800	0.0	0	0	#iDIV/0!	#iDIV/0!	
9	FEB	9FEB	7440	1.5	92	1	91.5	7440.0	

Ilustración 14. Muestro de registro de horas a minutos de cada máquina. Febrero.

Registros de horas trabajadas convertidas en minutos para indicadores. Mes de Marzo. Registro en cada máquina dentro de la empresa. (Véase ilustración 15)

			J 60 Azucarado						
			1	2	3	4	5	6	7
MONTH WEEK & MONTH			D.T			FALLAS	METRICOS		
			MIN PROG	DT. HRS	DT. MIN	FALLAS	MTTR MIN	MTBF MIN	
ENE	ENE	ENEENE	26100	0.0	0	0	#iDIV/0!	#iDIV/0!	
FEB	FEB	FEBFEB	26970	1.5	92	1	91.5	26970.0	
MAR	MAR	MARMAR	26040	1.2	70	1	70.0	26040.0	
10	MAR	10MAR	7050	1.2	70	1	70.0	7050.0	
11	MAR	11MAR	6090	0.0	0	0	#iDIV/0!	#iDIV/0!	
12	MAR	12MAR	5700	0.0	0	0	#iDIV/0!	#iDIV/0!	
13	MAR	13MAR	7200	0.0	0	0	#iDIV/0!	#iDIV/0!	

Ilustración 15. Muestro de registro de horas a minutos de cada máquina. Marzo

Registros de horas trabajas convertidas en minutos para indicadores. Mes de Abril. Registro en cada máquina dentro de la empresa. (Véase ilustración 16)

MONTH WEEK & MONTH			MIN PROG	DT. HRS	DT. MIN	FALLAS	MTTR MIN	MTBF MIN
ENE	ENE	ENEENE	26100	0.0	0	0	#iDIV/0!	#iDIV/0!
FEB	FEB	FEBFEB	26970	1.5	92	1	91.5	26970.0
MAR	MAR	MARMAR	26040	1.2	70	1	70.0	26040.0
ABR	ABR	ABRABR	30000	0.0	0	0	#iDIV/0!	#iDIV/0!
14	ABR	14ABR	5940	0.0	0	0	#iDIV/0!	#iDIV/0!
15	ABR	15ABR	7290	0.0	0	0	#iDIV/0!	#iDIV/0!
16	ABR	16ABR	5340	0.0	0	0	#iDIV/0!	#iDIV/0!
17	ABR	17ABR	6570	0.0	0	0	#iDIV/0!	#iDIV/0!
18	ABR	18ABR	4860	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A

Ilustración 16. Muestreo de registro de horas a minutos en cada máquina. Abril

Registros de horas trabajadas convertidas en minutos para indicadores. Mes de Mayo. Registro en cada máquina dentro de la empresa. (Véase ilustración 17)

MONTH WEEK & MONTH			MIN PROG	DT. HRS	DT. MIN	FALLAS	MTTR MIN	MTBF MIN
ENE	ENE	ENEENE	26100	0.0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!
FEB	FEB	FEBFEB	26970	1.5	92	1	91.5	26970.0
MAR	MAR	MARMAR	26040	1.2	70	1	70.0	26040.0
ABR	ABR	ABRABR	30000	0.0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!
14	ABR	14ABR	5940	0.0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!
MAY	MAY	MAYMAY	26610	0.0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!
19	MAY	19MAY	7170	0.0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!
20	MAY	20MAY	5730	0.0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!
21	MAY	21MAY	6510	0.0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!
22	MAY	22MAY	7200	0.0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!

Ilustración 17. Muestreo de registro de horas a minutos en cada máquina. Mayo

2.5 Planeación y propuesta de un calendario de mantenimiento preventivo.

Se planeó y se propuso una idea para un nuevo calendario de mantenimiento o por lo menos modificar el que ya estaban usando, pudo presentarse al personal, que aunque hubieron dudas, al ver que estaban acostumbrados a un sistema por el que han estado trabajando por años, esto al menos en aquellos que ya llevaban tiempo dentro de la empresa, los que se podrían considerar nuevos, considere que podrían estar más dispuestos implementarlo o al menos el escuchar cómo sería este nuevo calendario o en su defecto la modificación que se estaba proponiendo. (Véanse ilustraciones 18 y 19)

Es, de hecho, bastante comprensible que el personal de mantenimiento pudiera ser algo cerrada al escuchar una propuesta para un nuevo calendario, algo de que para ellos sería un poco desafiante y que podrían tomarlo con incomodidad o incertidumbre del si es que funcionaria, ya que han estado trabajando perfectamente con el que sigue hasta hoy y con el que se han familiarizado a tan nivel de que ya saben cómo es que funciona.

La primera propuesta que se planteo era un calendario que contenía los meses, los nombres de los mecánicos y electromecánicos, asignando quien haría el mantenimiento de cada máquina con ello contando a los motores y servomotores y que al necesitar validar se necesitaría la firma del jefe de área, que inspeccionaría si es que, si o no hizo dicho mantenimiento, en caso de que no sea así se aplicarían sanciones a decisión del jefe de área, siendo descartada al mencionar que dicha mejora era mínima para ser considerada apta. La segunda propuesta fue hacer un calendario con la revisión exclusiva de motores y servomotores con lo que se haría solo servicio a estos elementos, dejando de lado otras piezas o componentes, siendo la regulación de estos servicios aproximadamente cada 1450 horas de trabajo, claro contando con una variación de 50 a 100 horas trabajas en las máquinas de mayor productividad y menor productividad. Siendo elegida para implementarse. Esto es referente a los motores, que son componentes que se requiere más cuidado y revisión.

Para los servomotores fue un tanto diferente, se hizo una estimación predictiva sobre la revisión de estos, al ser componentes que no requieren supervisión constante se estimó que los servicios de mantenimiento preventivo sean por lo menos del doble que de los motores, llegando a las 2150 horas de trabajo, claro también variando con respecto al constante trabajo (mayor o menor) o en caso de paro de producción de máquina.

Esta propuesta fue dividida en dos secciones, una donde se cambiaría el modo de programación de los servicios de mantenimiento dentro de la empresa, que en cierta medida es algo más cercano a un calendario de actividades de mantenimiento. Aunque al principio se tenía dudas referentes a si era buena idea separar estos servicios, fue de hecho, una mejora significativa de lo que se había estado haciendo hasta hace unos meses atrás.

La implementación de la propuesta elegida se hizo de la siguiente manera: la empresa ya contaba con un registro de los meses a los que se les hace un servicio de mantenimiento preventivo. Sin embargo, era confuso el poder entender el cómo iba clasificado y que era muy fácil el perderse de ya que estaba revuelto con datos de otras máquinas en diferentes secciones, entre otros aspectos que la hacían algo complicado para alguien que apenas se esté familiarizando con dichos registros.

Por lo que se hizo una mejora a este registro, haciéndolo más fácil de comprender, de una manera que sea más amigable al guardar la información necesaria para que se soliciten los servicios de mantenimientos. Se separó las maquinas e instrumentos en dos partes, por una parte, las máquinas de fabricación de los conos (Jupiter y Zetas) y por otra parte los demás equipos o equipos que se encuentran dentro de la empresa (compresores, emplayadoras, etc.), que son considerados “equipos auxiliares” y a los que se les da mantenimiento con menos frecuencia que las máquinas de producción (a excepción de los compresores, que si se les hace mantenimiento preventivo frecuentemente).

Con motores y servomotores fueron casi de la misma manera solo que de forma más ordenada, separando motores de cada máquina en forma de enlistado y juntando todos los motores y servomotores.

Tomando en cuenta que, a los motores y servomotores, como ya se mencionó anteriormente, son componentes que se les daba mantenimiento preventivo solo hasta que la se solicita un servicio a la máquina en general. Por lo que cuando se hizo este tipo de modificación es que se pudo ver que afectaba de forma más directa los servicios de estos componentes haciéndolo que sean más fáciles de programar y de darles seguimiento sin mucha complicación.

CONOS DE PUEBLA		CONOS DE PUEBLA						
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO						
		CONTROL DE HORAS MES JUNIO 2025						
MÁQUINA		1	2	3	4	5	6	7
JÚPITER J-43X	horas al inicio de mes	50422.65						
	horas al servicio de 2500	47634.35		50134.35				
	horas al servicio de 3200	47240.85		50440.85				
	horas al servicio de 10000	46735.35		50735.35				
		15	6	0	0	0	0	0
	Total Acumulado	50437.65	50443.65	50443.65	50443.65	50443.65	50443.65	50443.65
	Mantenimiento 2500							
	Mantenimiento 3200	MITO						
	Mantenimiento 10000							
	O.T. Num.							
JÚPITER J-53	horas al inicio de mes	1588.4						
	horas al servicio de 3200	0		3200				
	horas al servicio de 5000	0		5000				
	horas al servicio de 10000	0		10000				
	horas al servicio de 20000	0		20000				
		0	0	0	0	0	0	0
	Total Acumulado	1588.4	1588.4	1588.4	1588.4	1588.4	1588.4	1588.4
	Mantenimiento 3200							
	Mantenimiento 5000							
	Mantenimiento 10000							
	Mantenimiento 20000							
	O.T. Num.							

Ilustración 18. Antiguo sistema de seguimiento de servicio.

2.6 Aplicación de rutinas de inspección periódicas

Ya con todo lo demás asignado y puesto en marcha, se realizaron rutinas periódicas a las máquinas para corroborar su eficiencia en la operación y la producción continua, que depende en gran medida del correcto funcionamiento de equipos indispensables, como motores y servomotores. Estos componentes, esenciales en procesos de automatización, transporte y manufactura, están expuestos a desgaste constante debido a condiciones operativas exigentes, como vibraciones, cargas variables y exposición a contaminantes que se puedan encontrar. Estas inspecciones no solo redujeron los riesgos operativos, sino que también fortalecieron (al menos en un porcentaje significativo) la competitividad de la empresa en el mercado.

Los motores y servomotores, como sistemas mecánicos y electromecánicos, experimentan un deterioro acumulativo debido a factores como fricción, corrosión y fatiga de materiales. Las inspecciones periódicas permitieron un mejor monitoreo al prevenir con mayor regularidad estos desgastes mediante la medición periódica de parámetros como la temperatura, suciedad acumulada, etc., lo que facilitó las intervenciones antes de que ocurra algún problema mayor.

Estas rutinas hicieron un gran aporte, ya que con ellas fue capaz de detectar posibles condiciones anormales o desgastes prematuros en alguno de los componentes críticos en motores y servomotores antes de que causaran fallos, reducimos los riesgos de paradas inesperadas, debido a fallos mecánicos, se mejoró la disponibilidad y productividad de los equipos y aunque no fue de rápido aporte de un día para otro, si fue notable con el pasar de las semanas.

Se aseguró que los motores y servomotores operen dentro de los parámetros que son considerados óptimos, lo que mejoró la eficiencia de operación y reduce el desgaste. Las rutinas fueron semanales o al menos cada dos semanas, fuimos capaces de que cada inspección se realizara en un lapso de tiempo menor, esto para que se tenga previsto el desgaste y estar conscientes de nivel de este, tomando medidas para programar su próximo mantenimiento.

Dentro de estas inspecciones se evaluaron los hallazgos que en la inspección se pudieron identificar, problemas potenciales o condiciones anormales que pudieron presentar. Esto incluyó una revisión periódica de datos durante la inspección, como lecturas de temperatura o vibración, que se hacen con instrumentación calibrada para evitar variaciones o datos erróneos en la medición, que se fueron informando al Ingeniero Edher para su chequeo.

CAPITULO 3.- RESULTADOS

Dentro de la empresa, las máquinas están distribuidas de manera que no le sea difícil al personal ubicar y reconocer el espacio en donde están situadas. Estos equipos están distribuidos para evitar algún “amonta miento” de personal y producción que constantemente están en movimiento, personal de producción, mantenimiento, calidad, jefes de área, supervisores e incluso personal de oficina, suelen entrar y salir de los diferentes departamentos, lo que suele dificultar el paso a instrumentos de mixtura.

Por este y varios motivos más, es que las máquinas de producción se encuentran distribuidas de manera que se le permite a todo personal poder moverse con cierto espacio para hacer sus actividades sin inconvenientes, como se les presenta a continuación.

This architectural floor plan depicts a large hall with a complex layout of seating and rooms. The plan is oriented with a north arrow pointing towards the top right. The main hall area is divided into several sections by walls and columns. On the left side, there are several rows of blue seating labeled J-24-1, J-24-2, J-60, J-61, J-108, and J-53. In the center, there are more rows of blue seating labeled J-43X, J-69, J-121-1, and J-95. On the right side, there are rows of pink seating labeled Z-24-1, Z-24-2, Z-24-3, Z-24-4, Z-24-5, Z-24-6, Z-24-7, Z-24-8, and Z-24-9. There are also rows of pink seating labeled HAAS-36 and HAAS-24. The plan includes various rooms and areas, such as a 'Salle de conférence' (conference room) at the top left, a 'Salle de réunion' (meeting room) at the top center, a 'Salle de spectacle' (performance hall) at the top right, a 'Salle de réception' (reception hall) at the bottom left, and a 'Salle de stockage' (storage room) at the bottom center. The plan also shows a 'Salle de lecture' (reading room) at the bottom right. The overall layout is designed to accommodate a large number of people for various activities, including conferences, meetings, performances, and storage.

Las actividades realizadas con el pasar del tiempo fueron capaces de proporcionar buenos resultados, dando así un avance optimo a los servicios de mantenimiento, más en concreto para el mantenimiento preventivo de motores y servomotores. Haciéndolo más eficiente, mejorando los erros que solían presentarse con anterioridad.

Implementando el sistema para servicios de mantenimiento preventivo, formado por un calendario con el que se le dio una manera más favorable a las máquinas de que se les diera revisión. La primera parte de este “nuevo” sistema, mostro con el paso de las semanas una gran adaptabilidad, claro tomando en cuenta que los inicios fueron menos que favorables, sin embargo, gracias al apoyo del ingeniero Edher y su constante intervención a que se les diera seguimiento a este calendario, se logró que los mecánicos, ayudantes e incluso la mayoría del personal de mantenimiento pudiera acostumbrarse continua y constantemente al calendario. (Véanse tablas 16 y 17)

Conforme pasaron los días y semanas, el calendario se adaptó de tal forma que incluso si había otras actividades por realizar dentro del mes que se les debía dar mantenimiento a las maquinas en general, y por otra parte a los motores y servomotores, lograron manejarlo, manteniendo un trabajo constante.

3.2 Implementación de la primera parte proyecto: Nuevo Calendario de Maquinaria

						Mantenimiento preventivo anual												2025	cons
Jefe de Mantenimiento:																			
Equipo / Sistema	TIPO	Duración Mensual	Ultima Fecha	Frecuencia (meses)	Línea / Celda	Clasif.	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
JÚPI TER J-43X	MANTENIMIENTO 2500 h	3.47 ~3.5	22/09 /2024			Obj													
						Real													
	MANTENIMIENTO 3200 h	4.44 ~5	24/08 /2024			Obj													
						Real													
	MANTENIMIENTO 10000	13.8 ~14	21/07 /2024			Obj													
						Real													
JÚPI TER J-53	MANTENIMIENTO 3200 h	4.44 ~5	NCH			Obj													
						Real													
	MANTENIMIENTO 5000 h	6.9~7	NCH			Obj													
						Real													
	MANTENIMIENTO 10000 h	13.8 ~14	NCH			Obj													
						Real													
	MANTENIMIENTO 20000 h	27.7 ~28	NCH			Obj													
						Real													

Tabla 16. Nuevo sistema de calendario de mantenimiento preventivo. Máquinas de producción. Muestreo.

						Mantenimiento preventivo anual												2025 cons	
Jefe de Mantenimiento:																			
Equipo / Sistema	TIPO	Duración Mensual	Ultima Fecha	Frecuencia (meses)	Línea / Celda	Clasif.	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
TURBOMIX 1	MANTENIMIENTO 2500 h	3.47 ~3.5	26/06 /2024			Obj													
						Real													
	MANTENIMIENTO 3500 h	4.8~5	07/06 /2021			Obj													
						Real													
TURBOMIX 2	MANTENIMIENTO 2500 h	3.47 ~3.5	02/11 /2024			Obj													
						Real													
	MANTENIMIENTO 3500 h	4.8~5	02/11 /2024			Obj													
						Real													
TURBOMIX 3	MANTENIMIENTO 2500 h	3.47 ~3.5	30/06 /2024			Obj													
						Real													
	MANTENIMIENTO 3500 h	4.8~5	19/12 /2024			Obj													
						Real													

Tabla 17. Nuevo sistema de calendario de mantenimiento preventivo. Equipo auxiliar. Muestreo.

En la segunda parte de esta implementación, casi al igual que en la primera parte, se logró adaptar, pero de una forma un poco más lenta, esto debido a que el personal, ya no solo tenían que hacer el servicio general de la maquina en el tiempo programado, sino que ahora se tenía que hacer un servicio de mantenimiento preventivo a los motores y servomotores de acuerdo al calendario. Esto derivó en algunas ocasiones a algunas discusiones y peticiones de parte del personal, como el permitir que, si se llegaban a juntar estas revisiones en una misma semana, se les permitiera hacer el otro servicio la semana siguiente, lo cual fue razonable dentro de lo permitido. Con el pasar de las semanas fue dando un resultado mejor, la realización de estos servicios empezaron a fluir de manera constante, incluso se empezaron a formar equipos para realizar alguna reparación, chequeo o servicio a las diferentes máquinas, esto sin la necesidad de siquiera plantearlo, por lo que se les hizo más fácil hacerlo de esta manera.

El calendario contiene todos los motores y servomotores que operan dentro de la empresa, ya sean de las propias máquinas de conos, como de compresores y sistemas de distribución de mixtura para la preparación de los conos. (Véase tabla 18)

3.3 Implementación de la segunda parte proyecto: Calendario de Equipo (Motores y servomotores)

Equipo / Sistema	Componentes	Chequeo rutinario (Horas)	Ultima Fecha	MOTIVO	Clasif.	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN
JÚPITER J-43X	MOTOR IMPULSOR DE AIRE	1450	22/02/2025		Obj						
					Real						
	MOTOR PRINCIPAL DE TRACCIÓN	1450	13/01/2025		Obj						
					Real						
	SERVO MOTOR BANDA DE TRANSPORTE	2150	21/12/2024		Obj						
					Real						
JÚPITER J-53	MOTOR IMPULSOR DE AIRE	1450	S/I	Paro de máquina.	Obj						
					Real						
	MOTOR PRINCIPAL DE TRACCIÓN	1450	S/I	Paro de máquina.	Obj						
					Real						
	SERVO MOTOR BANDA DE TRANSPORTE	2150	S/I	Paro de máquina.	Obj						
					Real						
JÚPITER J-60	MOTOR IMPULSOR DE AIRE	1450	07/01/2024		Obj						
					Real						
	MOTOR PRINCIPAL DE TRACCIÓN	1450	12/12/2024		Obj						
					Real						

[illegible]

	SERVO MOTOR BANDA DE TRANSPORTE		12/12/2024		Real						
JÚPITER J-95	MOTOR IMPULSOR DE AIRE	1450	11/02/2025		Obj						
					Real						
	MOTOR PRINCIPAL DE TRACCIÓN	1450	25/01/2024		Obj						
					Real						
	SERVO MOTOR BANDA DE TRANSPORTE	2150	16/02/2025		Obj						
					Real						
JÚPITER J A 8-108	MOTOR IMPULSOR DE AIRE	1450	27/12/2024		Obj						
					Real						
	MOTOR PRINCIPAL DE TRACCIÓN	1450	26/01/2025		Obj						
					Real						
	SERVO MOTOR BANDA DE TRANSPORTE	2150	29/12/2024		Obj						
					Real						
JÚPITER J-121-1	MOTOR IMPULSOR DE AIRE	1450	07/02/2025		Obj						
					Real						
	MOTOR PRINCIPAL DE TRACCIÓN	1450	26/01/2025		Obj						
					Real						
		2150				Obj					

	SERVO MOTOR BANDA DE TRANSPORTE		18/02/2025		Real					
JÚPITER J-121-2	MOTOR IMPULSOR DE AIRE	1450	S/I	Paro de máquina.	Obj					
					Real					
	MOTOR PRINCIPAL DE TRACCIÓN	1450	S/I	Paro de máquina.	Obj					
					Real					
	SERVO MOTOR BANDA DE TRANSPORTE	2150	S/I	Paro de máquina.	Obj					
					Real					
HAAS 24	MOTOR PRINCIPAL	1450	08/02/2025		Obj					
					Real					
	SERVO MOTOR BANDA DE TRANSPORTE	2150	07/02/2025		Obj					
					Real					
HAAS 36	MOTOR PRINCIPAL	1450	15/01/2025		Obj					
					Real					
	SERVO MOTOR BANDA DE TRANSPORTE	2150	13/12/2024		Obj					
					Real					
Z-18-1	MOTOR IMPULSOR DE AIRE	1450	S/I	Paro de máquina.	Obj					
					Real					
	MOTOR PRINCIPAL DE	1450	S/I	Paro de máquina.	Obj					
					Real					

	TRACCIÓN											
	SERVOMOTOR BANDA DE TRANSPORTE	2150	S/I	Paro de máquina.	Obj							
Z-24-1	MOTOR IMPULSOR DE AIRE	1450	S/I	Paro de máquina.	Real							
					Obj							
	MOTOR PRINCIPAL DE TRACCIÓN	1450	S/I	Paro de máquina.	Real							
					Obj							
	SERVOMOTOR BANDA DE TRANSPORTE	2150	S/I	Paro de máquina.	Real							
					Obj							
Z-24-2	MOTOR IMPULSOR DE AIRE	1450	09/02/2025		Real							
					Obj							
	MOTOR PRINCIPAL DE TRACCIÓN	1450	23/12/2024		Real							
					Obj							
	SERVOMOTOR BANDA DE TRANSPORTE	2150	21/12/2025		Real							
					Obj							
Z-24-3 (VASO)	MOTOR IMPULSOR DE AIRE	1450	02/02/2025		Real							
					Obj							
	MOTOR PRINCIPAL DE	1450	26/01/2025		Real							
					Obj							

	TRACCIÓN									
	SERVOMOTOR BANDA DE TRANSPORTE	2150	11/01/2025		Obj					
					Real					
Z-24-4	MOTOR IMPULSOR DE AIRE	1450	02/02/2025		Obj					
					Real					
	MOTOR PRINCIPAL DE TRACCIÓN	1450	02/02/2025		Obj					
					Real					
	SERVOMOTOR BANDA DE TRANSPORTE	2150	29/12/2025		Obj					
					Real					
Z-24-5	MOTOR IMPULSOR DE AIRE	1450	26/02/2025		Obj					
					Real					
	MOTOR PRINCIPAL DE TRACCIÓN	1450	26/02/2025		Obj					
					Real					
	SERVOMOTOR BANDA DE TRANSPORTE	2150	29/12/2024		Obj					
					Real					
Z-24-6	MOTOR IMPULSOR DE AIRE	1450	11/02/2025		Obj					
					Real					
	MOTOR PRINCIPAL DE	1450	14/12/2024		Obj					
					Real					

	TRACCIÓN										
	SERVO MOTOR BANDA DE TRANSPORTE	2150	11/02/2025		Obj						
					Real						
Z-24-7	MOTOR IMPULSOR DE AIRE	1450	16/02/2025		Obj						
					Real						
	MOTOR PRINCIPAL DE TRACCIÓN	1450	16/02/2025		Obj						
					Real						
	SERVO MOTOR BANDA DE TRANSPORTE	2150	21/12/2024		Obj						
					Real						
Z-24-8	MOTOR IMPULSOR DE AIRE	1450	16/02/2025		Obj						
					Real						
	MOTOR PRINCIPAL DE TRACCIÓN	1450	17/02/2025		Obj						
					Real						
	SERVO MOTOR BANDA DE TRANSPORTE	2150	13/02/2025		Obj						
					Real						
Z-36	MOTOR IMPULSOR DE AIRE	1450	09/02/2025		Obj						
					Real						
	MOTOR PRINCIPAL DE	1450	09/02/2025		Obj						
					Real						

	TRACCIÓN									
	SERVOMOTOR BANDA DE TRANSPORTE	2150	06/02/2025		Obj					
COMP. TORNILLO 30 KAESER	MOTOR PRINCIPAL	1450	18/02/2025		Obj					
					Real					
COMP. TORNILLO 30 (area de cajas)	MOTOR PRINCIPAL	1450	12/02/2025		Obj					
					Real					
COMP. TORNILLO 20 (area de cajas)	MOTOR PRINCIPAL	1450	27/02/2025		Obj					
					Real					
COMP. QUINCY DE MEX	MOTOR PRINCIPAL	1450	24/02/2025		Obj					
					Real					
COMP. INGER SOLL RAND 50HP (tornillo)	MOTOR PRINCIPAL	1450	24/01/2025		Obj					
					Real					
		1450			Obj					

3.3.1 Resultados de implementación Mes de Febrero

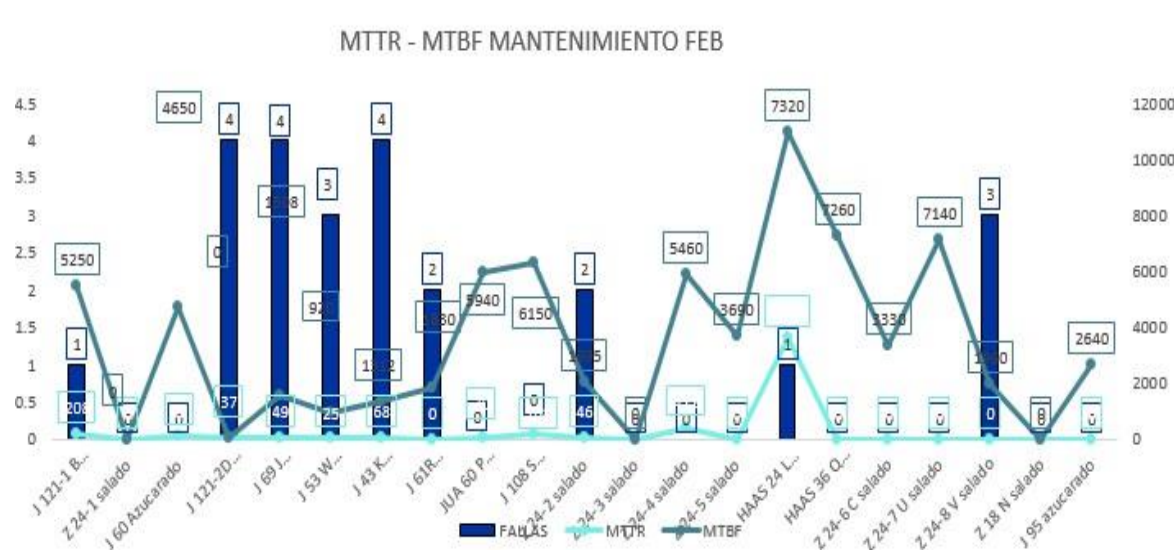
	DT-MIN	MTTR	MTBF	FALLAS	T.PRG
J 121-1 B Azucarado	208	208	5250	1	5250
Z 24-1 salado	0	0	0	0	0
J 60 Azucarado	0	92	4650	0	4650
J 121-2D azucarado	145	37	0	4	0
J 69 J Azucarado	194	49	1508	4	6030
J 53 W azucarado	75	25	920	3	2760
J 43 K Azucarado	270	68	1312	4	5250
J 61R azucarado	0	0	1830	2	3660
JUA 60 P Azucarado	0	30	5940	0	5940
J 108 S azucarado	168	168	6150	0	6150
Z 24-2 salado	93	46	1995	2	3990
Z 24-3 salado	0	0	0	0	0
Z 24-4 salado	422	422	5460	0	5460
Z 24-5 salado	0	0	3690	0	3690
HAAS 24 L salado	3634	3634	7320	1	7320
HAAS 36 Q salado	0	0	7260	0	7260
Z 24-6 C salado	0	0	3330	0	3330
Z 24-7 U salado	0	0	7140	0	7140
Z 24-8 V salado	0	0	1960	3	5880
Z 18 N salado	0	0	0	0	0
J 95 azucarado	0	0	2640	0	2640

Tabla 19. Datos Obtenidos de las máquinas en el mes de febrero.

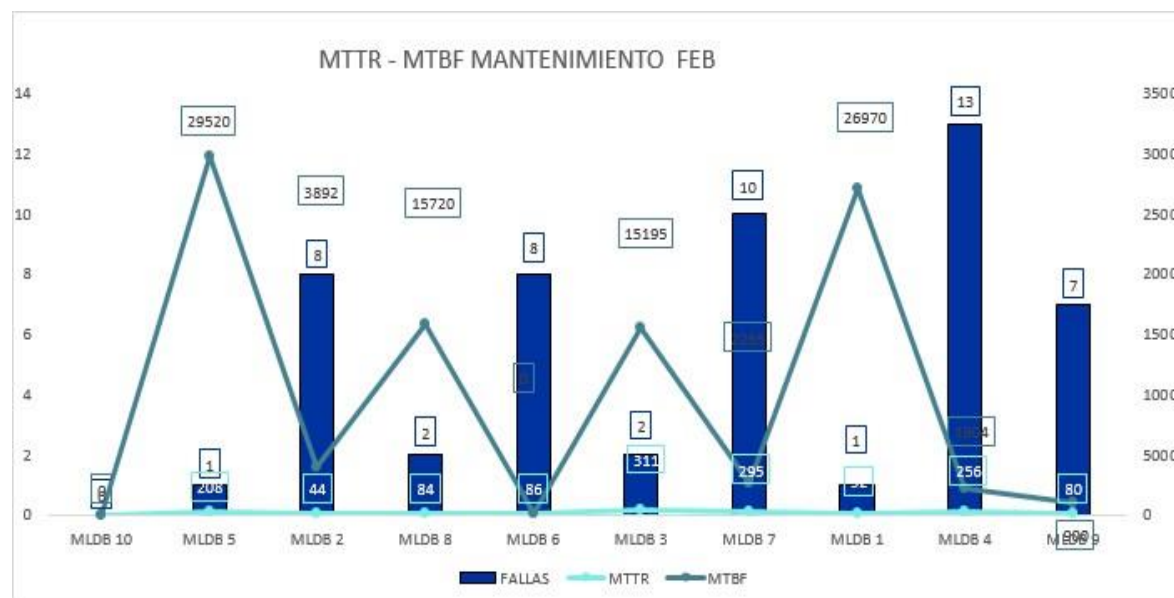
	DT-MIN	MTTR	MTBF	FALLAS	T.PRG
MLDB 10	0	0	0	0	0
MLDB 5	208	208	29520	1	29520
MLDB 2	352	44	3892	8	31140
MLDB 8	168	84	15720	2	31440
MLDB 6	689	86	0	8	0
MLDB 3	623	311	15195	2	30390
MLDB 7	2953	295	2265	10	13596
MLDB 1	92	92	26970	1	26970
MLDB 4	3328	256	1904	13	24750
MLDB 9	558	80	900	7	6300

Tabla 20. Datos obtenidos en general en el mes de febrero.

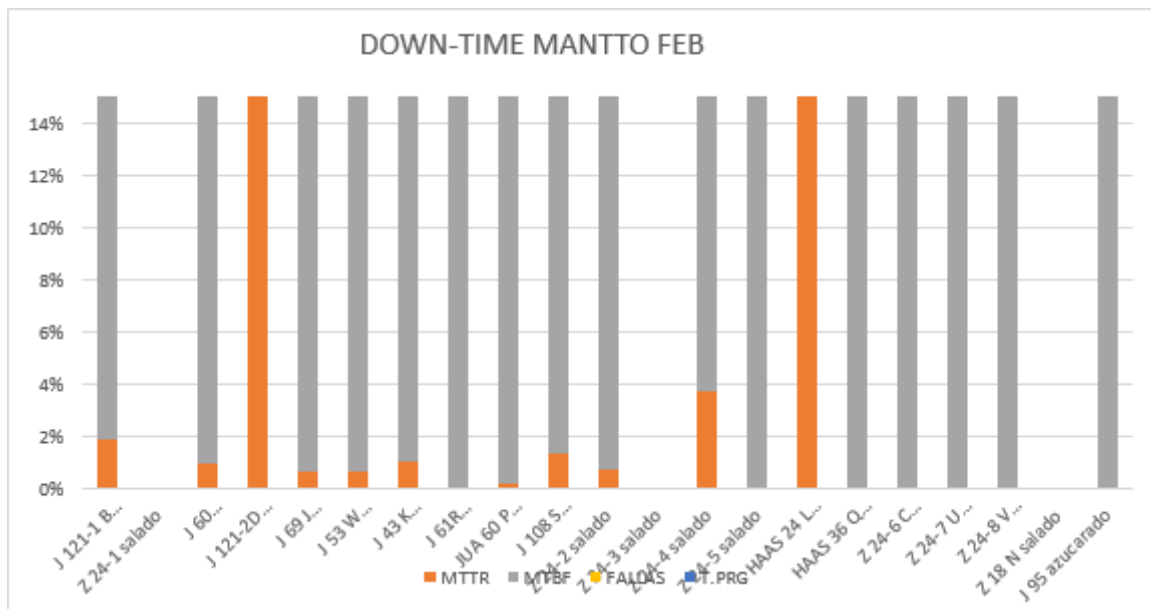
Con estos datos es que se graficó una muestra de los MTTR (Tiempo Medio de Reparación) y los MTBF (Tiempo Medio entre Fallos), es decir, los tiempos promedios que toma reparar un sistema después de una falla, y los tiempos promedios que un sistema o equipo funciona sin fallas. (Véanse graficas 1 y 2). Y el Down Time de lo que debería de tomar cada reparación. (Véase Gráfica 3).



Gráfica 1. Gráfica MTTR-MTBF. Muestra semanal mes de febrero.



Gráfica 2. Gráfica MTTR-MTBF. Mes de Febrero.



Gráfica 3. Down Time para cada máquina. Mes de febrero.

Esto progresivamente fue mejorando, ahora para los meses de marzo y abril, empezaron a ser incluso a haber menos números de fallos, aunque reduciendo un poco las horas de trabajo de cada máquina por la inspección. (Véanse tablas 21, 22, 23 y 24)

3.3.2 Resultados de implementación Mes de Marzo y Abril

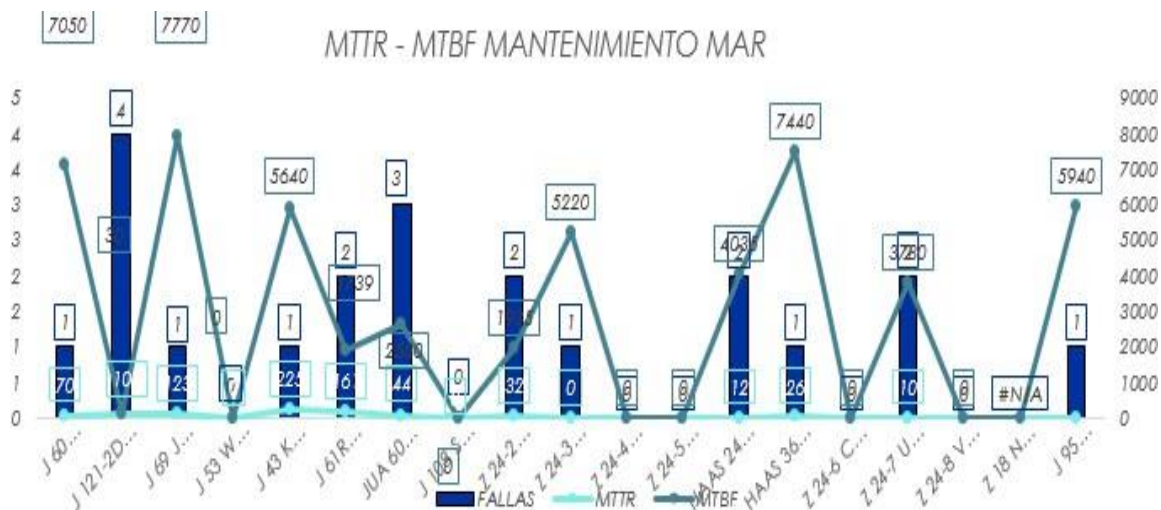
	DT-MIN	MTTR	MTBF	FALLAS	T.PRG
J 121-1 B Azucarado	0	0	7590	0	7590
Z 24-1 salado	148	148	0	0	0
J 60 Azucarado	80	70	7050	1	7050
J 121-2D azucarado	413	103	30	4	120
J 69 J Azucarado	123	123	7770	1	7770
J 53 W azucarado	0	0	6270	0	6270
J 43 K Azucarado	225	225	5640	1	5640
J 61R azucarado	321	161	1739	2	3477
JUA 60 P Azucarado	133	44	2560	3	7680
J 108 S azucarado	0	0	7860	0	7860
Z 24-2 salado	65	32	1935	2	3870
Z 24-3 salado	0	0	5220	1	5220
Z 24-4 salado	0	0	8430	0	8430
Z 24-5 salado	0	0	360	0	360
HAAS 24 L salado	24	12	4035	2	8070
HAAS 36 Q salado	26	26	7440	1	7440
Z 24-6 C salado	0	0	8370	0	8370
Z 24-7 U salado	19	10	3780	2	7560
Z 24-8 V salado	0	0	8550	0	8550
Z 18 N salado	0	0	0	0	0
J 95 azucarado	0	0	5940	1	5940

Tabla 21. Datos Obtenidos de las máquinas en el mes de marzo.

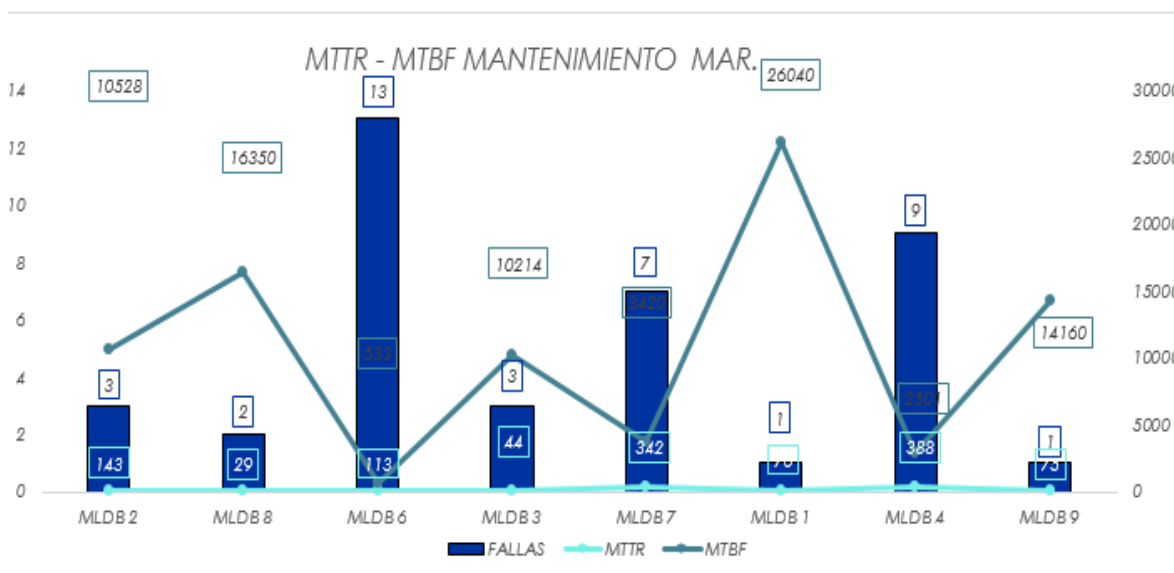
	DT-MIN	MTTR	MTBF	FALLAS	T.PRG
MLDB 10	0	0	0	0	0
MLDB 5	93	31	24690	3	28620
MLDB 2	428	143	10528	3	31584
MLDB 8	58	29	32700	2	32700
MLDB 6	1469	113	2532	13	6924
MLDB 3	133	44	10214	3	30642
MLDB 7	2391	342	15244	7	23937
MLDB 1	70	70	26040	1	26040
MLDB 4	3488	388	13038	9	22506
MLDB 9	75	75	14160	1	14160

Tabla 22. Datos obtenidos en general en el mes de marzo.

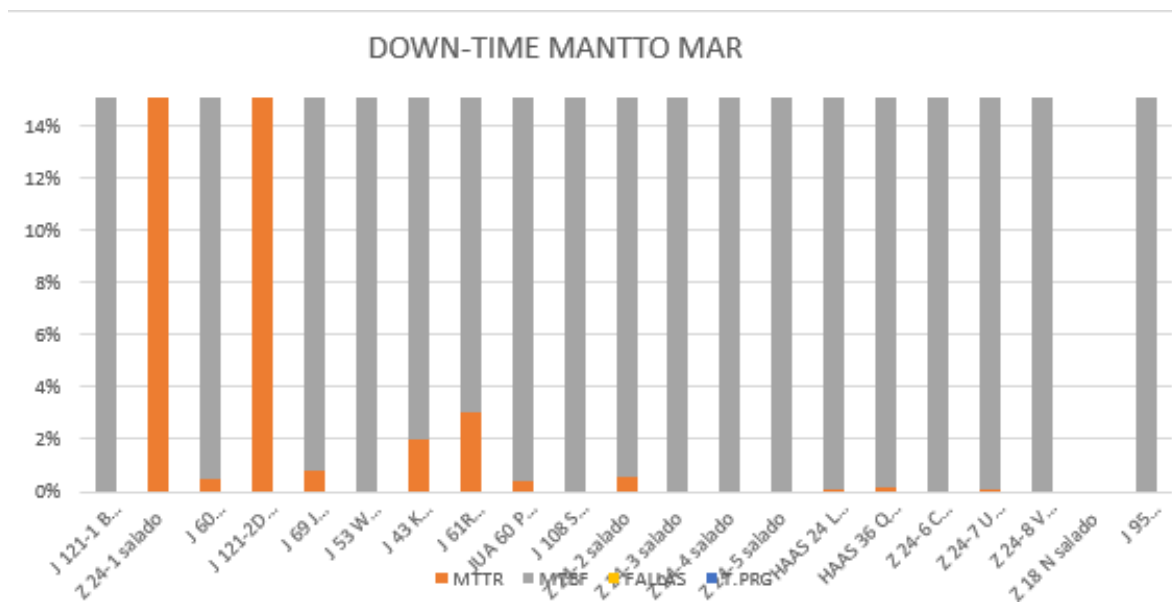
Con su respectivo MTTR (Tiempo Medio de Reparación) y MTBF (Tiempo Medio entre Fallos). (Véanse graficas 4 y 5). Y el Down Time de lo que debería de tomar cada reparación. (Véase Gráfica 6).



Gráfica 4. Gráfica MTTR-MTBF. Muestra semanal mes de marzo.



Gráfica 5. Gráfica MTTR-MTBF. Mes de marzo.



Gráfica 6. Down Time para cada máquina. Mes de marzo.

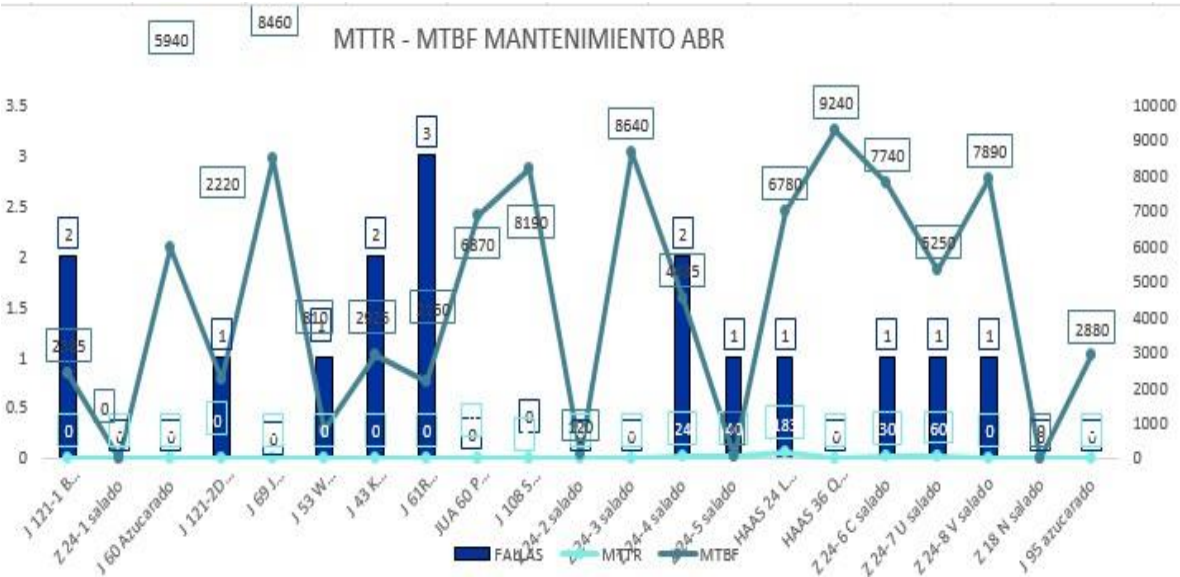
	DT-MIN	MTTR	MTBF	FALLAS	T.PRG
J 121-1 B Azucarado	0	0	2385	2	4770
Z 24-1 salado	0	0	0	0	0
J 60 Azucarado	0	0	5940	0	5940
J 121-2D azucarado	0	0	2220	1	2220
J 69 J Azucarado	0	0	8460	0	8460
J 53 W azucarado	0	0	810	1	810
J 43 K Azucarado	0	0	2925	2	5850
J 61R azucarado	0	0	2150	3	6450
JUA 60 P Azucarado	0	0	6870	0	6870
J 108 S azucarado	0	0	8190	0	8190
Z 24-2 salado	0	0	120	0	120
Z 24-3 salado	0	0	8640	0	8640
Z 24-4 salado	47	24	4485	2	8970
Z 24-5 salado	40	40	0	1	0
HAAS 24 L salado	183	183	6780	1	6780
HAAS 36 Q salado	0	0	9240	0	9240
Z 24-6 C salado	30	30	7740	1	7740
Z 24-7 U salado	60	60	5250	1	5250
Z 24-8 V salado	0	0	7890	1	7890
Z 18 N salado	0	0	0	0	0
J 95 azucarado	0	0	2880	0	2880

Tabla 23. Datos Obtenidos de las máquinas en el mes de abril.

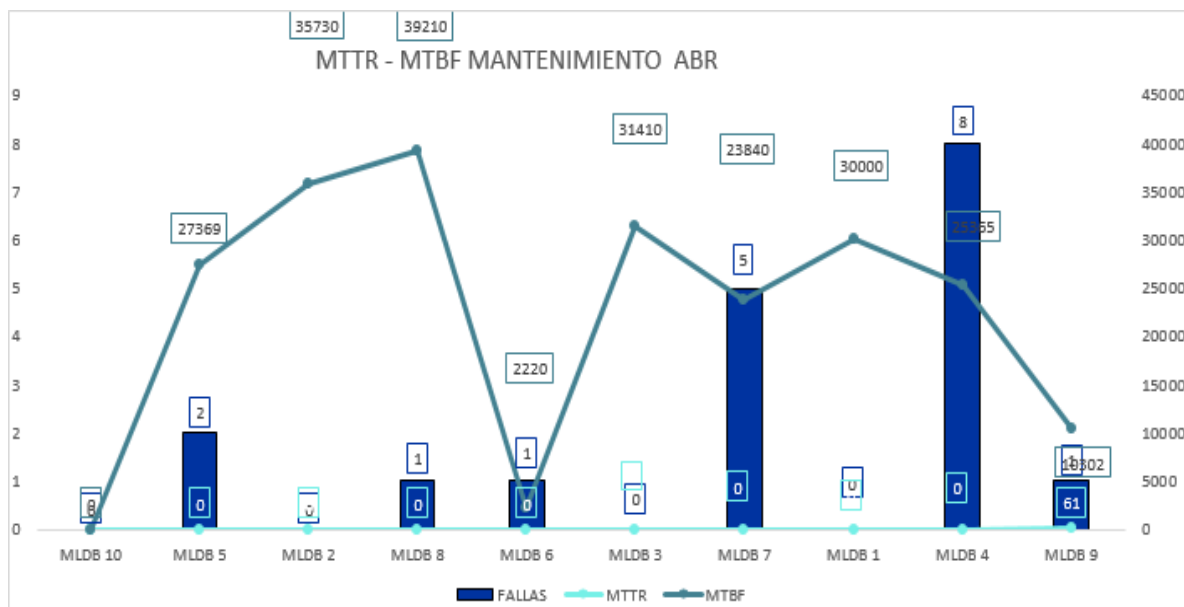
	DT-MIN	MTTR	MTBF	FALLAS	T.PRG
MLDB 10	0	0	0	0	0
MLDB 5	0	0	27369	2	29754
MLDB 2	90	0	35730	0	35730
MLDB 8	0	0	39210	1	39210
MLDB 6	0	0	2220	1	2220
MLDB 3	0	0	31410	0	31410
MLDB 7	0	0	23840	5	23840
MLDB 1	0	0	30000	0	30000
MLDB 4	0	0	25365	8	25365
MLDB 9	182	61	10302	1	10302

Tabla 24. Datos obtenidos en general en el mes de abril.

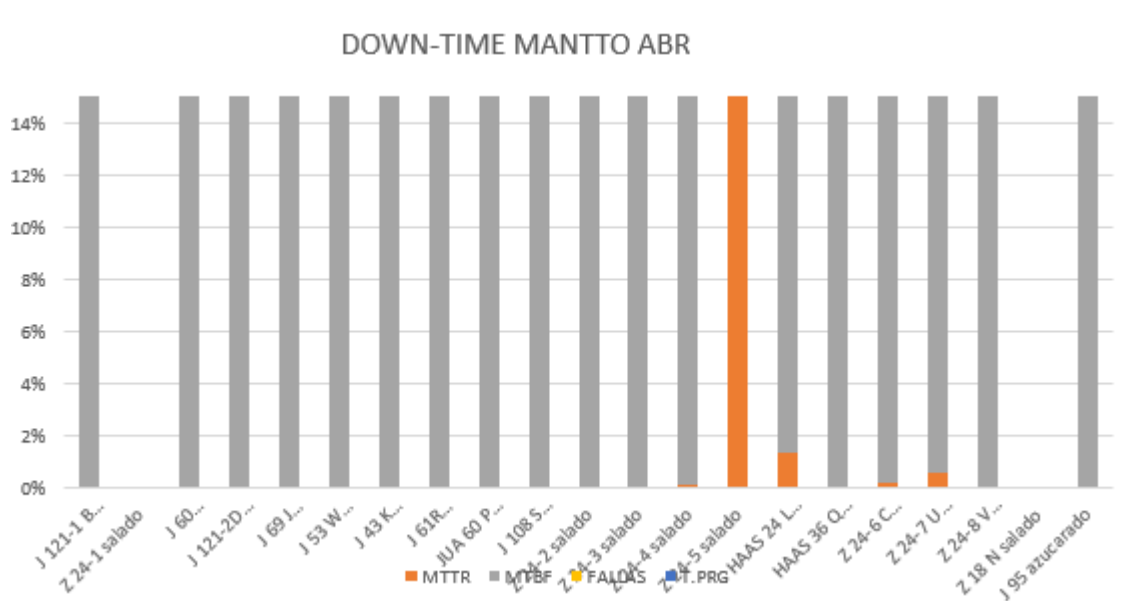
Con su respectivo MTTR (Tiempo Medio de Reparación) y MTBF (Tiempo Medio entre Fallos). (Véanse graficas 7 y 8). Y el Down Time de lo que debería de tomar cada reparación. (Véase Gráfica 9).



Gráfica 7. Gráfica MTTR-MTBF. Muestra semanal mes de abril.



Gráfica 8. Gráfica MTTR-MTBF. Mes de abril.



Gráfica 9. Down Time para cada máquina. Mes de abril.

Y para finalizar, se dio una gran respuesta, ahora para los meses de mayo y junio, los números de fallos o interrupciones ya era nula, aunque esto provoco que las horas de trabajo de cada máquina se vieran afectadas de igual forma por la inspección, pero siendo mínimas. (Véanse tablas 25, 26, 27 y 28)

3.3.3 Resultados de implementación Mes de Mayo y Junio

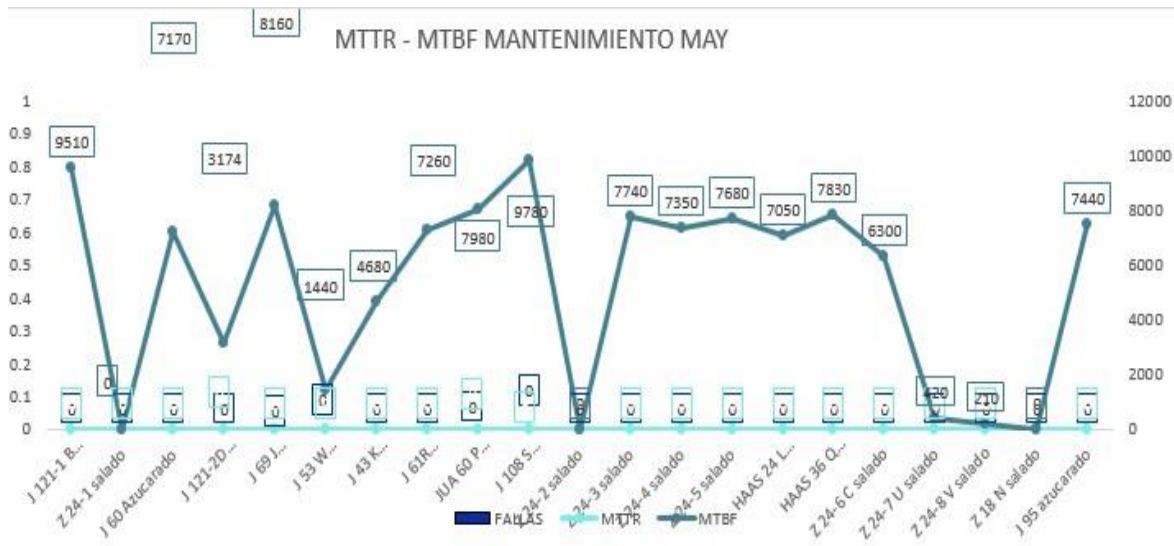
	DT-MIN	MTTR	MTBF	FALLAS	T.PRG
J 121-1 B Azucarado	0	0	9510	0	9510
Z 24-1 salado	0	0	0	0	0
J 60 Azucarado	0	0	7170	0	7170
J 121-2D azucarado	0	0	3174	0	3174
J 69 J Azucarado	0	0	8160	0	8160
J 53 W azucarado	0	0	1440	0	1440
J 43 K Azucarado	0	0	4680	0	4680
J 61R azucarado	0	0	7260	0	7260
JUA 60 P Azucarado	0	0	7980	0	7980
J 108 S azucarado	0	0	9780	0	9780
Z 24-2 salado	0	0	0	0	0
Z 24-3 salado	0	0	7740	0	7740
Z 24-4 salado	0	0	7350	0	7350
Z 24-5 salado	0	0	7680	0	7680
HAAS 24 L salado	0	0	7050	0	7050
HAAS 36 Q salado	0	0	7830	0	7830
Z 24-6 C salado	0	0	6300	0	6300
Z 24-7 U salado	0	0	420	0	420
Z 24-8 V salado	0	0	210	0	210
Z 18 N salado	0	0	0	0	0
J 95 azucarado	0	0	7440	0	7440

Tabla 25. Datos Obtenidos de las máquinas en el mes de mayo.

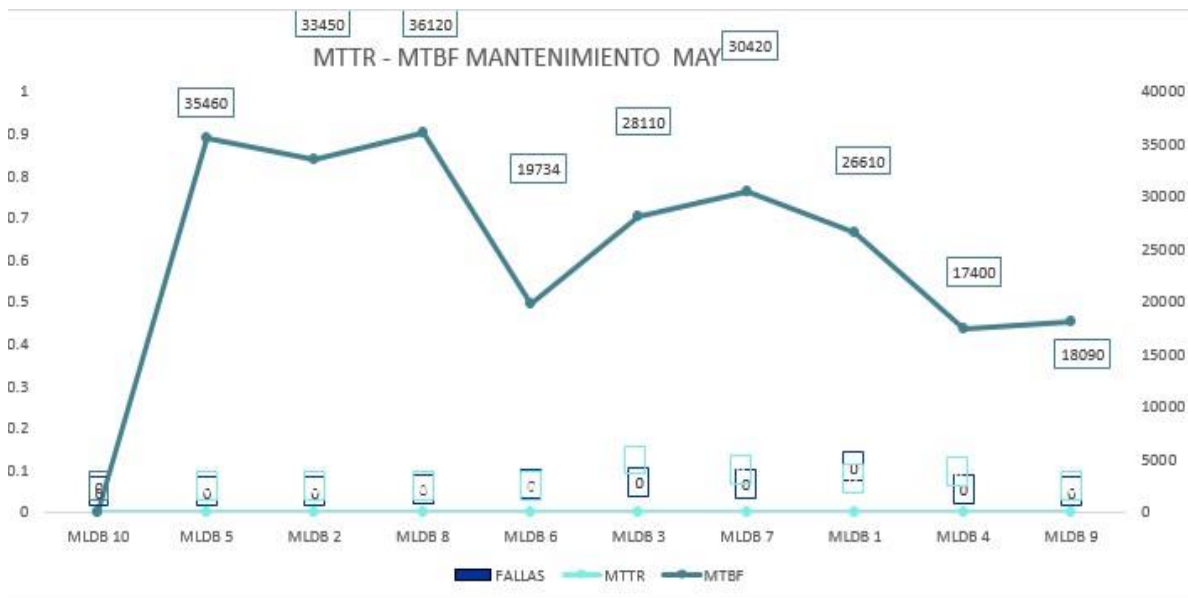
	DT-MIN	MTTR	MTBF	FALLAS	T.PRG
MLDB 10	0	0	0	0	0
MLDB 5	0	0	35460	0	35460
MLDB 2	0	0	33450	0	33450
MLDB 8	0	0	36120	0	36120
MLDB 6	0	0	19734	0	19734
MLDB 3	0	0	28110	0	28110
MLDB 7	0	0	30420	0	30420
MLDB 1	0	0	26610	0	26610
MLDB 4	0	0	17400	0	17400
MLDB 9	0	0	18090	0	18090

Tabla 26. Datos obtenidos en general en el mes de mayo.

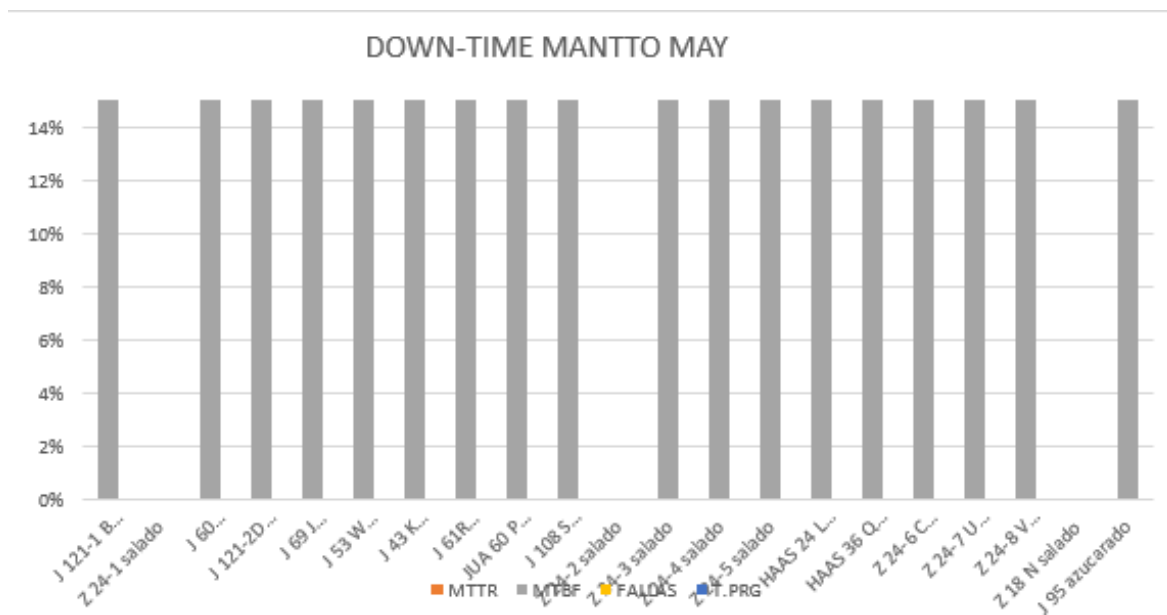
Con su respectivo MTTR (Tiempo Medio de Reparación) y MTBF (Tiempo Medio entre Fallos). (Véanse graficas 10 y 11). Y el Down Time de lo que debería de tomar cada reparación. (Véase Gráfica 12).



Gráfica 10. Gráfica MTTR-MTBF. Muestra semanal mes de mayo.



Gráfica 11. Gráfica MTTR-MTBF. Mes de mayo.



Gráfica 12. Down Time para cada máquina. Mes de mayo.

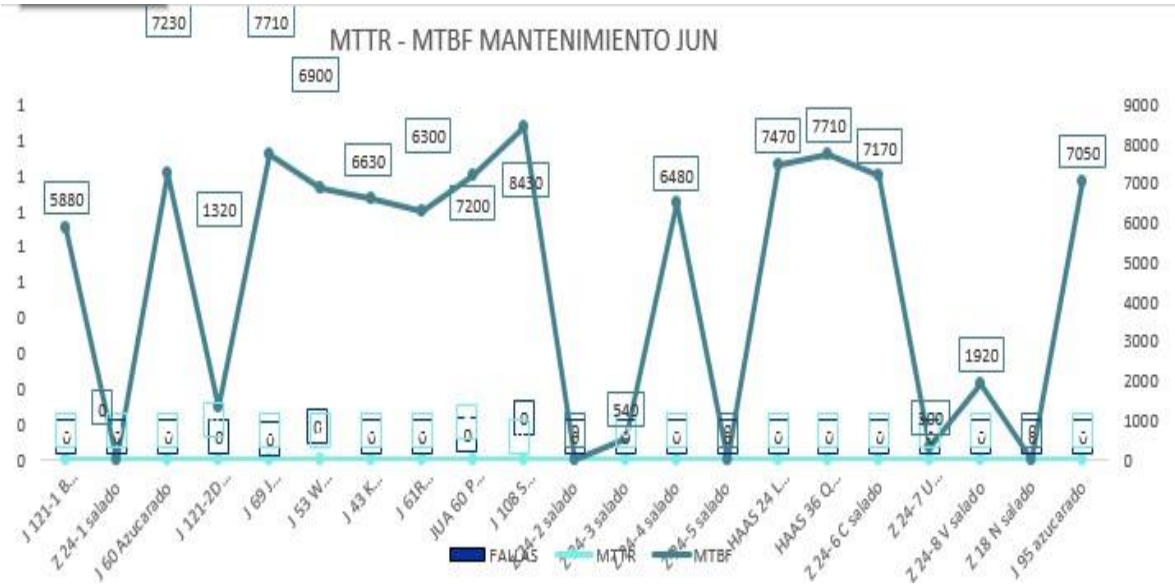
	DT-MIN	MTTR	MTBF	FALLAS	T.PRG
J 121-1 B Azucarado	0	0	5880	0	5880
Z 24-1 salado	0	0	0	0	0
J 60 Azucarado	0	0	7230	0	7230
J 121-2D azucarado	0	0	1320	0	1320
J 69 J Azucarado	0	0	7710	0	7710
J 53 W azucarado	0	0	6900	0	6900
J 43 K Azucarado	0	0	6630	0	6630
J 61R azucarado	0	0	6300	0	6300
JUA 60 P Azucarado	0	0	7200	0	7200
J 108 S azucarado	0	0	8430	0	8430
Z 24-2 salado	0	0	0	0	0
Z 24-3 salado	0	0	540	0	540
Z 24-4 salado	0	0	6480	0	6480
Z 24-5 salado	0	0	0	0	0
HAAS 24 L salado	0	0	7470	0	7470
HAAS 36 Q salado	0	0	7710	0	7710
Z 24-6 C salado	0	0	7170	0	7170
Z 24-7 U salado	0	0	300	0	300
Z 24-8 V salado	0	0	1920	0	1920
Z 18 N salado	0	0	0	0	0
J 95 azucarado	0	0	7050	0	7050

Tabla 27. Datos Obtenidos de las máquinas mitad de mes de junio.

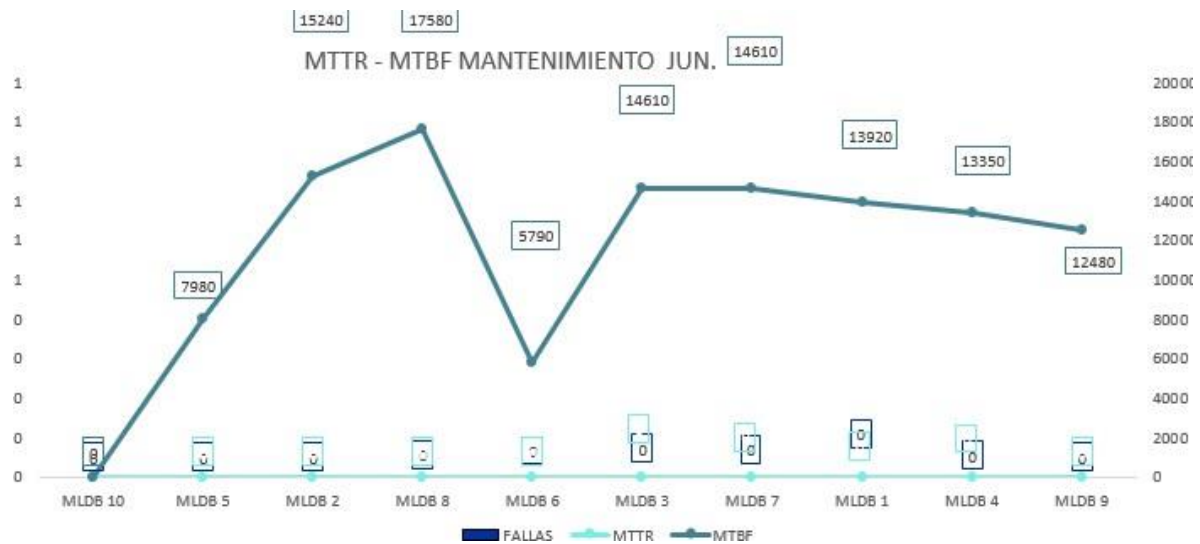
	DT-MIN	MTTR	MTBF	FALLAS	T.PRG
MLDB 10	0	0	0	0	0
MLDB 5	0	0	7980	0	7980
MLDB 2	0	0	15240	0	15240
MLDB 8	0	0	17580	0	17580
MLDB 6	0	0	5790	0	5790
MLDB 3	0	0	14610	0	14610
MLDB 7	0	0	14610	0	14610
MLDB 1	0	0	13920	0	13920
MLDB 4	0	0	13350	0	13350
MLDB 9	0	0	12480	0	12480

Tabla 28. Datos obtenidos en general mitad de mes de junio.

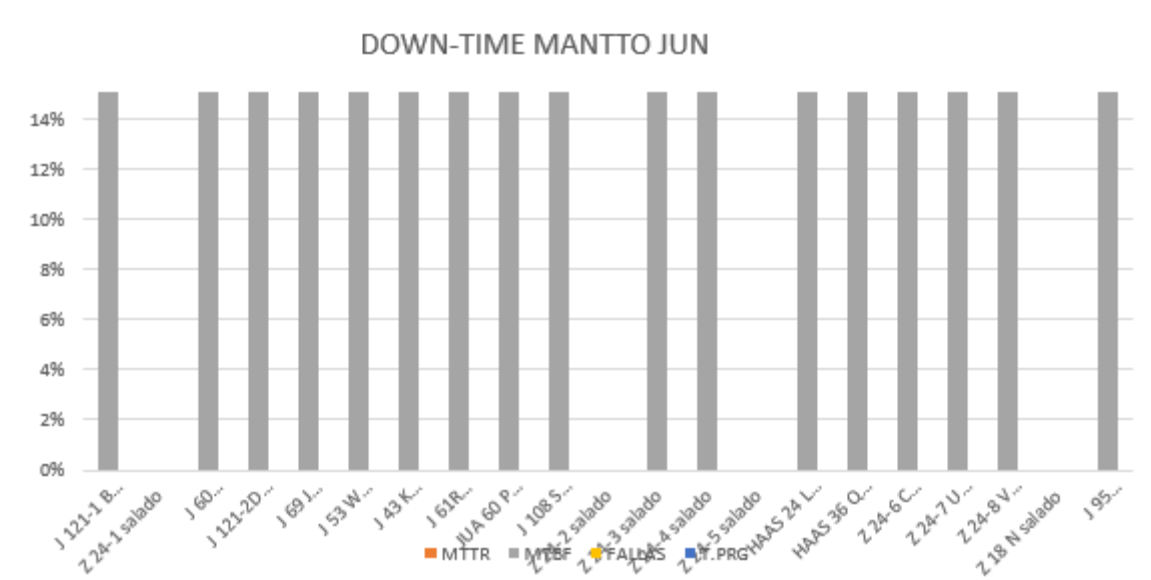
Con su respectivo MTTR (Tiempo Medio de Reparación) y MTBF (Tiempo Medio entre Fallos). (Véanse graficas 13 y 14). Y el Down Time de lo que debería de tomar cada reparación. (Véase Gráfica 15).



Gráfica 13. Gráfica MTTR-MTBF. Muestra semanal mes de junio.



Gráfica 14. Gráfica MTTR-MTBF. Mitad mes de junio.



Gráfica 15. Down Time para cada máquina. Mitad mes de junio.

Los resultados obtenidos en este proyecto fueron en gran parte satisfactorios, hubo en algunos casos complicaciones, pero se supieron superar y afrontar con eficiencia y eficacia cada vez que se presentaban. El calendario dio una buena respuesta con referente a productividad, reflejado en la constante operación de las máquinas al prevenir fallos.

CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del presente proyecto, se identificaron y analizaron los principales factores que afectan la eficiencia del sistema de mantenimiento, más enfocado en motores y servomotores, centrándose en el análisis de ineficiencias de los servicios de mantenimiento, así como el comportamiento de las mejoras expresadas con el pasar del tiempo. Mediante la recopilación de datos y el análisis de las actividades hechas, se pudo determinar las condiciones en las que dichas actividades se hacen con regularidad y, el cómo estas afectan en la rapidez y calidad del producto.

Tomando como base estos datos, se contribuyó a la creación de un formato para el mantenimiento de motores y servomotores dentro de la empresa, tomando en cuenta parámetros de mantenimiento más comunes como la suciedad. Este formato permitió que se implementara un nuevo sistema de mantenimiento además del actual, aportando una mejora considerable al modus operandi de los servicios de mantenimiento.

Además, se realizó una prueba de funcionalidad con este sistema, esto no más que con el objetivo de evaluar el comportamiento del personal con este nuevo sistema, asegurando que se pudieran adaptar a este nuevo aporte, dando con resultados aceptables. También, se evaluó las complicaciones en las que este sistema pueda afectar en la producción, considerando que la revisión de motores y servomotores no delimitara la producción.

Finalmente, se analizó el tiempo de evaluación para las actividades y el cómo se acoplaba con este sistema, con el objetivo de minimizar las interrupciones operativas por tiempo prolongados y garantizando una eficiencia productiva normal, tomando en cuenta que anteriormente no solían hacer una revisión por separado de motores y servomotores, logrando que el tiempo promedio de falla de cada máquina por cuestión de falla de alguno de estos componentes fuera menor, como se mostraron en las gráficas anteriores, el tiempo de respuesta en la detección de fallas tempranas fue menor, ya que en varias ocasiones estas revisiones estaban

programadas con la revisión general de máquinas, lo que proporciono que se detectaran posibles fallas y se solicitara una intervención que tardaría menos tiempo, comparándolo con las intervenciones anteriores a esta implementación, donde se solicitaba un paro de producción cuando la falla ya hubiera ocurrido.

La implementación de este proyecto, fue capaz de reducir el gasto utilizado en instrumentos, equipos, material o incluso personal que se necesitara para hacer alguna reparación, reparación que ocurría cuando la maquina ya presentaba señales de paro o en su defecto un paro de producción. El proyecto proporciono, la necesidad de menos costo al identificar con anterioridad las posibles fallas, y más en equipos importantes como los motores y servomotores, que suelen ser de los equipos más costosos dentro de una empresa.

A través de este proyecto, no solo se propuso una solución aceptable a un problema que había estado para el mejor el rendimiento de motores y servomotores, sino que también se desarrollaron habilidades de suma importancia en el cuidado de elementos mecánicos y eléctricos, correcto uso de estos elementos y en la toma de decisiones basadas en registros y datos.

Conos de Puebla, es una empresa que a pesar de que le falta para tener un sistema interno excelente, en cuestión de comunicación y organización, tiene un buen equipo de trabajo (al menos en el área de mantenimiento), logrando cumplir con exigencias imprevistas. La empresa es adecuada para cualquier residente que quiera iniciar en el ámbito laboral, contando con la capacidad de trabajo una vez termines tu estancia en la misma, recomendada para aquellos que buscan experiencia inicial.

COMPETENCIAS DESARROLLADAS:

Conocimiento eléctrico para la conexión de diferentes componentes en los que se requiera, así como también identificar como hacer una correcta conexión eléctrica, conocer el tipo de cable requerido para la conexión, conocer las consecuencias que se pueden presentar la no conocer lo necesario para un cableado correcto. En la empresa el conocimiento eléctrico es indispensable para poder hacer cableado de un lugar a otro o de un componente a otro sin dañar nada que pueda perjudicar gravemente la empresa o en peores casos al personal.

Y cuando es necesario el poder tener tales habilidades para poder evitar que algún motor o servomotor pueda presentarse fallas o que deje de funcionar porque se conectó incorrectamente, o que por algún motivo pueda funcionar, pero de manera errónea y que pueda perjudicar más elementos que no estaban dañados.

Mi conocimiento respecto a esta área era en el mejor de los casos limitada, por no decir pobre en muchos aspectos, desconocía bastantes cosas que eran, si bien no de suma importancia, si esenciales para poder hacer un trabajo bien hecho, pero aun a pesar de esta capacidad un tanto reducida, pude demostrar que estaba dispuesto a aprender de nuevo, incluso si eso significara que me enseñarían desde cero, ya sea para poder asegurarse de que tenga las bases sólidas y solo reafirmarlas o por el otro lado es que yo aprenda de nuevo estas cosas pero con una experiencia de por medio y no solo por medio de libros, imágenes o videos educativos, sino más bien desde un entorno más controlado, ajustado y con el que se debía de tener un tiempo limitado para hacer muchas de las actividades. Por lo que se puede asegurar que la motivación y dedicación a escuchar, aprender y poner en práctica todo este conocimiento, ya sea el de la escuela como en mis residencias.

Conocimiento de los diferentes materiales, elementos o componentes que manejen en la empresa, nombre, aplicación, usos, tipos y su correcto manejo. En la empresa es necesario el conocer que si bien no cada elemento que pueda estar, si es requerido el que se pueda conocer la mayoría de componentes con los

que se cuenta para poder estar al tanto de que es lo que puede faltar, que es lo que hay y en donde, en caso de necesitarlo y no perder el tiempo en buscarlo.

Conocer los componentes con los que se puede contar y tener en disposición es una ventaja, ya que si en algún momento cualquier motor o servomotor pueda estar fallando y se necesite alguna reparación o cambio de piezas se puedan.

En la escuela he aprendido el nombre y uso de bastantes herramientas que son comunes encontrarlas en todas o por lo menos en la mayoría de las empresas. Sin embargo, debo dar nota a que cada fábrica o ya sea que se encuentre en suelo nacional o sea extranjero, suelen cambiar de nombre o la forma en la que una misma herramienta sea nombrada ya sea por la región o incluso por el como ya el personal la conoce.

Varias de las herramientas que llegue a conocer dentro de la empresa fueron nuevas para mí, y de las pocas que conocía eran de las que por extensión no necesitaban, estas herramientas con aplicaciones y usos diferentes y únicos, fueron los que más intente comprender esto para que cuando lleguen otra vez por él, pueda ser proporcionada de manera más rápida y sencilla y/o en su caso poder apoyar con el manejo de la misma para generar experiencia en la misma.

Manejo de paquete office en su mayoría Excel, el manejo eficiente del paquete Office es una competencia crucial en todo proyecto en la que requiera que se gestione información, con una comunicación efectiva y que se puedan analizar datos. Excel es una herramienta indispensable para el analizar y gestionar información importante, por ejemplo, dentro de la empresa se utiliza para poder registrar inspecciones de mantenimiento realizados a las maquinas en general o en algunos componentes como los con los motores y servomotores.

Mi manejo de la paquetería office, si bien no es mala, tampoco es de las mejores, desconozco varios de los comandos, atajos y me faltan las habilidades para usarlos en su mayor ventaja. Pero en estos meses pude relacionarme mejor con estas mismas y aunque no sepa todo lo que pueden ofrecer, si puedo decir que ahora se cómo funcionan ciertos comandos dentro de Excel, aunque todavía se me

suele olvidar, pero con el tiempo ya hasta puede parecer que es rutinario y solo mi mente y cuerpo se mueven para poder realizar estos comandos. Y aunque no son muchos, puesto que varios de los archivos ya tenían una “programación” establecida, con comandos, códigos de programación y datos “anclados”, sé que pude aprender cómo es que funcionan de mejor manera.

Manejo correcto de equipo de manufactura para fabricación de piezas (a petición) dentro de mi estadía en la empresa, pude poner en práctica los pocos conocimientos sobre los equipos de manufactura como lo son los tornos, cortadoras y fresadoras, aunque haciendo más hincapié en estos equipos, pude ser capaz de manejarlas y con ayuda de los torneros aprender a más profundidad el funcionamiento, correcto uso, mantenimiento, entre otros aspectos de los que se me hizo mención. Cuando se daba la necesidad de hacer alguna pieza de improvisto o como se le dice dentro de la empresa, una pieza de “emergencia” en lo que se puede conseguir una nueva, o en su defecto hacer piezas de otros componentes para ahorrarse algo de dinero. Por lo que, constantemente se mandaban a hacer, pero claro, todo con una orden de trabajo para que quedara registrado por cualquier caso.

El poco conocimiento de estos equipos era, en el mejor de los casos “básico”, solo conocía lo esencial para poder operarlos y cuidarlos, pero no a mayores rasgos. Gracias a que estuve dentro de la empresa es el cómo pude comprenderlos de mejor manera, se me proporciono el cómo es que se ocupa para diferentes operaciones, piezas, herramientas que se utilizan para que puedan operar, los componentes que deben de tener para un uso adecuado procurando no dañarlos de alguna manera como, por ejemplo: el utilizar aceite que no corresponde, utilizar herramientas en donde no son necesarias, operarlo de manera errónea y conocer algunas de las herramientas que se utilizan para hacer algunas piezas. Esto y entre otras cosas se me pudo enseñar dentro de la empresa. Sé que todavía me falta comprender mucho sobre estos equipos para poder operarlos de manera eficiente, pero por lo menos ahora se algunos aspectos más sobre ellos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- [1] Plaza, D. P. D. (2023, Abril 20). *Qué es un motor, tipos y características*. Motor.es. <https://www.motor.es/que-es/motor>
- [2] Oriol Planas-Ingeniero técnico industrial. (2018, Mayo 21). *¿Qué es un motor? Definición, concepto e historia*. Demotor.net. <https://demotor.net/blog/que-es-un-motor>
- [3] Mecafenix, I. (2022, Noviembre 8). *Que es un servomotor y como funciona*. Ingeniería Mecafenix. <https://www.ingmecafenix.com/electronica/motores-electronicos/servomotor/>
- [4] *Mantenimiento*. (2024, Abril 1). AEC; Asociación Española por la Calidad. <https://www.aec.es/conocimiento/centro-del-conocimiento/mantenimiento/>
- [5] *Artículo Robinson Rodríguez*. (s/f). Produccioncientificaluz.org. Recuperado el 18 de Marzo de 2025, de <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/dataciencia/article/download/32818/34362?inline=1>
- [6] *Que es*. (2018, Septiembre 28). Mantenimiento. <https://mantenimiento.win/>
- [7] *¿Qué es el mantenimiento preventivo? Los mejores consejos y trucos para 2025*. (2025, Marzo 13). eMaint. <https://www.emaint.com/es/what-is-preventive-maintenance/>
- [8] *Mantenimiento Preventivo - Concepto, para qué sirve y tipos*. (s/f). Recuperado el 10 de abril de 2025, de <https://concepto.de/mantenimiento-preventivo/>
- [9] Prisma. (2023, Agosto 14). *¿Qué diferentes tipos de mantenimiento existen en una empresa?* Eurofins Environment Testing Spain. <https://www.eurofins-environment.es/es/diferentes-tipo-de-mantenimiento-existen-empresa/>
- [10] *Motores eléctricos Industriales: aplicaciones y ventajas*. (2023, Junio 24). MCB. <https://www.mcb.com.mx/motores-electricos-en-la-industria-aplicaciones-y-ventajas/>
- [11] (S/f). Omc-stepperonline.com. Recuperado el 17 de Mayo de 2025, de https://www.omc-stepperonline.com/es/support/principales-funciones-y-ventajas-de-los-servomotores?srsId=AfmBOopr1-z_o0MRtVqCUbjXTVQp-ynWkPjnH9Wf0hyCm3nZ0QW7mdS4
- [12] de AdvancedMotionControls, P. (2024, mayo 23). *¿Cuáles son las ventajas de los servomotores?* ADVANCED Controles de movimiento. <https://www.a-m-c.com/es/ventajas-del-servomotor/>

