UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECATRÓNICA E INDUSTRIAL MMI

PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DESARROLLADA EN LA EMPRESA METALMECÁNICA CHAVEZ HNOS S.A

AUTOR

RICHARD JAVIER DIAZ GARCIA

DIRECTOR

William Javier Mora Espinosa

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECATRÓNICA E INDUSTRIAL MMI

PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

COLOMBIA - NORTE DE SANTANDER - PAMPLONA

21/06/2022

EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DESARROLLADA EN LA EMPRESA METALMECÁNICA CHAVEZ HNOS S.A

AUTOR

RICHARD JAVIER DIAZ GARCIA

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TITULO DE INGENIERO EN MECATRÓNICA

DIRECTOR

William Javier Mora Espinosa

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, MECATRÓNICA E INDUSTRIAL MMI

PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

21/08/2022

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi papá, GINALDO DIAZ MAURY y a mi mamá OLINDA GARCIA FERREIRA quienes me apoyaron en mi camino para convertirme en quien soy actualmente; siempre me brindaron su amor incondicional en los buenos y malos momentos. A mi hermana, NATHALY DIAZ por su cariño y estar para mí siempre. A mis familiares y amigos, quienes aportaron mucha ayuda en mi recorrido, me aconsejaron y me apoyaron.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los docentes que contribuyeron en mi desarrollo y crecimiento profesional a lo largo de todo el camino. A mis papás y a mis hermanas, quienes siempre fueron mi mayor motivación y estuvieron para mí en cada momento, dándome razones y ánimos para seguir adelante y nunca rendirme. A mis familiares, que, con su apoyo incondicional, me ayudaron cuando más lo necesité.

Y a mis amigos por apoyarme e inspirarme con su valiosa compañía.

El placer más noble es el júbilo de aprender

Leonardo davinci

RESUMEN

En la presente propuesta, se evaluará y optimizará el plan de mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria a cargo de la contratista metalmecánica CHAVEZ HNOS S.A especialistas en equipos de la industria panificadora, buscando mejorar el funcionamiento y la reducción de los tiempos muertos de la maquinaria y equipos, mediante la actualización de la documentación y los procedimientos, así como el respectivo seguimiento para lograr un mejoramiento continuo. En el desarrollo del proyecto se hará un inventario donde se identificará las características y funciones, apoyado en manuales de fabricantes, luego se evaluará mediante AMEF (análisis de modos y efectos de falla), donde con sus respectivos resultados y su análisis se definirán las actualizaciones requeridas para optimizar el plan de mantenimiento.

El resultado final que se presenta es la optimización de la gestión del mantenimiento, optimización de la gestión documental, creación de nuevas tareas y nuevas frecuencias de mantenimientos basados en recomendaciones de los fabricantes, experiencia del personal y el análisis de los puntos críticos NPR.

Palabras clave: Mantenimiento, Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Preventivo, Optimización, Maquinaria, Gestión, Amef.

ABSTRACT

In this proposal, the preventive and corrective maintenance plan for machinery will be evaluated and optimized by the metalworking contractor Chavez hnos S.A., specialists in equipment for the baking industry, seeking to improve the operation and reduction of downtime of the machinery and equipment, by updating documentation and procedures, as well as the respective follow-up to achieve continuous improvement. In the development of the project, an inventory will be made where the characteristics and functions will be identified, supported by manufacturers' manuals, then it will be evaluated through FMEA (failure modes and effects analysis), where the updates will be defined with their respective results and their analysis. required to optimize the maintenance plan.

The final result that is presented is the optimization of maintenance management, optimization of document management, creation of new tasks and new maintenance frequencies based on manufacturers' recommendations, staff experience and the analysis of critical NPR points.

Keywords: Maintenance, Corrective Maintenance, Preventive Maintenance, Optimization, Machinery, Management.

Tabla de contenido

DEDICATORIA....4

RESUMEN....7

ABSTRACT....8

CAPITULO 1.... 16

1.1 Introducción 16

1.2 Planteamiento 17
1.3 Justificación 17
1.4 Objetivos 18
1.4.1 Objetivo general 18
1.4.2 Objetivos específicos 18
1.5 Acotaciones 19
2 MARCO TEORICO Y ESTADO DEL ARTE 19
2.1 Marco teórico 19
2.1.1 Ingeniería de mantenimiento 19
2.1.2 Mantenimiento 20
2.1.3 Plan de mantenimiento 20
2.1.4 Objetivo del mantenimiento 20
2.1.5 Vida útil 20
2.1.6 Costos de mantenimiento 20
2.1.7 Mantenimiento preventivo 20
2.1.8 Mantenimiento correctivo 20
2.1.9 Análisis de modo y efectos. 21
2.2 Diagnóstico de la empresa metalmecánica HNOS CHAVES S.A 24
A continuación, se describe la empresa, el estado de su gestión de mantenimiento y los equipos a los que les presta servicio. 24
2.2.1 La empresa 24
2.2.2 Área de mantenimiento 24
2.2.3 Amasadoras y mescladoras 24
2.2.4 Cilindros refinadores 24
2.2.5 Hornos industriales 25
2.2.6 Multiformadora o boleadora (divisora, enlatadora) 25
2.3 Estado del arte 25
3 METODOLOGIA 26
3.1 Tipo y diseño investigativo 26

3.2 Descripción de equipos y mantenimiento aplicado. 27
3.2.1 Maquinaria horno industrial polin 27
3.2.1.1 Descripción mantenimiento preventivo actual de horno industrial 29
3.2.2 Maquinaria amasadoras y mezcladoras 29
3.2.2.1 Descripción mantenimiento preventivo actual de amasadora y mezcladora 30
3.2.3 Maquinaria cilindros refinadores 30
3.2.3.1 Descripción mantenimiento preventivo actual de cilindro refinador 30
3.2.4 Maquinaria divisora boleadora 33
3.2.4.1 Descripción mantenimiento preventivo actual maquinaria divisora boleadora 35
3.3 Recolección de datos 35
3.3.1 Recolección de datos del fabricante 35
3.3.1.1 Recolección de datos del fabricante hornos polín. 35
3.3.2 Recolección de datos de la fabricante amasadora industrial 39
3.4 Recolección de datos 41
3.4.1 Descripción del mantenimiento en la empresa por el departamento a cargo 41
3.4.2 Recolección de datos históricos electrónicos 41
3.5 Aplicación del Análisis de modo y efectos de fallas. 42
3.5.1 Análisis de modo y efectos de fallas de los hornos polín 42
3.5.2 Análisis de modo y efectos de fallas de las amasadoras y mezcladoras 43
3.5.3 Análisis de modo y efectos de fallas de cilindros refinadores 44
3.5.4 Análisis de modo y efectos de fallas de divisora laminadora de masas 45
3.5.5 Listado de puntos críticos NPR calculado 46
3.5.5.1 Listado ~~de puntos críticos~~ NPR horno industrial 46
3.5.5.2 Listado NPR amasadoras y mezcladoras 47
3.5.5.3 Listado NPR cilindros refinadores 47
3.5.5.4 Listado NPR divisora de masa 48
4 OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO. 49
4.1 gestión de equipos 49

4.2 Lista de chequeo 50
4.2.1 Lista de chequeo horno industrial 50
4.2.2 Lista de chequeo divisora boleadora 52
4.2.3 Lista de chequeo de amasadora industrial 53
4.2.4 Formato Lista de chequeo de cilindradora refinadora industrial 54
4.3 Formato orden de trabajo 55
4.4 Formato solicitud de mantenimiento 57
4.5 Gestión de repuestos 59
4.5.1 Formato lista control de repuesto 59
4.6 Gestión de fallas 60
4.6.1 Formato de informe de avería o fallo 60
4.7 Bitácora de mantenimiento preventivo 61
4.8 Bitácora de mantenimiento correctivo 62
4.9 Socialización de formatos 63
4.10 Requisitos para implementar un sistema de mantenimiento 67
4.11 Frecuencia de mantenimiento de maquinaria 67
5 ANALISIS E INTERPRETACION DE RESUTADOS 69
5.1 Codificación de maquinaria 69
5.1.1 Codificación horno industrial 71
5.1.2 Codificación divisora boleadora 71
5.1.3 Codificaciones amasadoras industriales 71
5.1.4 Codificación de cilindro refinador 72
5.2 Resultado de la actualización de la gestión documental 72
5.3 Resultados de la ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo 75
5.4 Resultados de la ejecución de las actividades de mantenimiento correctivo 76
5.5 Análisis de los puntos críticos identificados por los NPR mediante metodología amef 77
5.5.1 Análisis de puntos críticos y estrategias utilizadas en horno industrial 77
5.5.2 Análisis de puntos críticos y estrategias utilizadas en amasadora industrial 79

5.5.3 Análisis de puntos críticos y estrategias utilizadas en cilindros refinadores..... 80

5.5.4 Análisis de puntos críticos y estrategias utilizadas en divisora boleadora..... 81

5.6 Evaluación de los objetivos 83

6 Conclusión 84

7 Referencias 85

Lista de figuras

Figura 1 *Investigación gráficamente* 26
Figura 2 *Horno industrial* 27
Figura 3 *Características horno industrial polin* 28
Figura 4 *Amasadora* 29
Figura 5 *Cilindro refinador* 30
Figura 6 *Cilindro refinador antes del mantenimiento* 31
Figura 7 *Vista lateral izquierda antes del mantenimiento* 31
Figura 8 *vista lateral izquierda* 32
Figura 9 *Vista lateral derecha* 33
Figura 10 *Divisora boleadora control* 33
Figura 11 *Divisora boleadora bandejas parte central* 34
Figura 12 *Divisora boleadora parte final* 34
Figura 13 *Teclado de horno polin* 35
Figura 14 *Control, sistema de vapor, sistema de calor* 36
Figura 15 *Elementos de construcción* 37
Figura 16 *Dimensión de horno polin* 38
Figura 17 *Especificaciones de amasadora industrial* 39
Figura 18 *Diagrama eléctrico* 40
Figura 19 *Usos y cuidado de amasadora industrial* 40
Figura 20 *orden de trabajo archivado* 41
Figura 21 *Socialización de estrategias de mantenimiento al jefe de producción* 64
Figura 22 *Socialización de estrategias de mantenimiento* 66
Figura 23 *Socialización de estrategias de mantenimiento a líder de latonería* 66
Figura 24 *Codificación del cilindro refinador* 69
Figura 25 *Codificación de horno industrial* 70

Figura 26 *formato diligenciado de solicitud de mantenimiento* 72

Figura 27 *formato diligenciado de lista de chequeo* 73

Figura 28 *formato diligenciado de orden de trabajo* 74

Figura 29 *Registro de mantenimiento preventivo* 76

Figura 30 *Registro de mantenimiento correctivo* 76

Lista de tablas

Tabla 1 *Calificación de severidad* 21
Tabla 2 *Calificación de ocurrencia* 22
Tabla 3 *Calificación de detección* 23
Tabla 4 *Numero de prioridad de riesgo* 23
Tabla 5 *Amef horno industrial* 42
Tabla 6 *Amef amasadoras* 44
Tabla 7 *Amef cilindros refinadores* 44
Tabla 8 . *Amef divisora laminadora de masas* 45
Tabla 9 *Puntos críticos horno industrial* 46
Tabla 10 *Puntos críticos amasadora y mezcladora* 47
Tabla 11 *puntos críticos cilindros refinadores* 47
Tabla 12 *Puntos críticos divisora de masa* 48
Tabla 13 *Sistema de codificación* 49
Tabla 14 *Formato lista de chequeo de horno industrial* 50
Tabla 15 *Formato de lista de chequeo de divisora boleadora* 52
Tabla 16 *Formato de lista de chequeo de amasadora industrial* 54
Tabla 17 *Formato de lista de chequeo de cilindradora industrial* 55
Tabla 18 *Formato de orden de trabajo* 56
Tabla 19 *Formato de solicitud de mantenimiento* 58
Tabla 20 *Formato de control de repuesto* 59
Tabla 21 *Formato de informe de avería* 60
Tabla 22 *Registro de mantenimiento preventivo* 61
Tabla 23 *Registro de mantenimiento correctivo* 62
Tabla 24 *Frecuencia de mantenimiento horno industrial* 67
Tabla 25 *Frecuencia de mantenimiento de divisora boleadora industrial* 68
Tabla 26 *Frecuencia de mantenimiento de cilindros refinadores* 68
Tabla 27 *Frecuencia de mantenimiento de amasadora industrial* 68

Tabla 28 *acciones tomadas y nuevo NPR calculado* 78

Tabla 29 *Acciones tomadas y nuevo NPR calculado* 79

Tabla 30 *Acciones tomadas y nuevo NPR calculado* 80

Tabla 31 *Acciones tomadas y nuevo NPR calculado* 82

CAPITULO 1

Introducción

Actualmente debido a la globalización estamos enfrentado a un mundo en completa evolución, un proceso que trae grandes cambios está introduciéndose en compañías industriales a través de la amplia apertura de los mercados, es indispensable que toda pequeña, mediana o gran empresa que quiera prestar sus servicios ofrezca un servicio con un alto índice de calidad en los productos , la ingeniería de mantenimiento se ha convertido en un parte fundamental en el ciclo productivo de una empresa ya que la competencia se está desarrollando tecnológicamente. (Rondon perez, 2021)

Son muchos los pasos que se debe realizar para cumplir con las metas de la organización, para ello debemos examinar la viabilidad de programas internos entre ellos el de mantenimiento, evaluando el costo- beneficio disminuir los fallos imprevistos y obtener la total disponibilidad de los equipos. (Rondon perez, 2021)

El objetivo de este trabajo de grado es evaluar y optimizar la gestión del mantenimiento de la empresa, así como actualizar documentación y la aplicación de métodos de mantenimiento teniendo como resultado a largo plazo la disminución en las paradas de los equipos y los tiempos en el desarrollo del proceso.

La propuesta se desarrolló con el objeto de establecer un plan de mantenimiento que se acople a las condiciones de la empresa, basado en el análisis de modos y efectos de falla de cada componente del sistema, aplicando conceptos claros de mantenimiento mediante experiencia del personal y/o información recopilada de actividades desarrolladas

Planteamiento

En gran parte de las pequeñas y medianas empresas panificadoras no se cuenta con un proceso de mantenimiento eficiente para los diferentes tipos de equipos del proceso productivo, el plan de mantenimiento de los diferentes equipos se realiza hasta que estos fallan. Entre Las fallas más comunes se tienen el desgaste de los ejes, la poca vida útil de los rodamientos, cadenas desalineadas, correas desgastadas y en la parte eléctrica los contactores bloqueados además que por el incorrecto desarrollo del plan de mantenimiento la maquinaria queda con defectos y desequilibrada, lo que da como resultado perdidas en la producción, incumplimiento a los pedidos de los clientes, tiempos muertos para los encargados de elaborar los productos, etc.

Justificación

Como empresa de mantenimiento especializado el objetivo más importante es prolongar la vida útil de los equipos y aumentar la seguridad de los trabajadores, eliminando o reduciendo la suspensión de las actividades y extender los tiempos entre mantenimientos. Esto se consigue identificando y previniendo las fallas, donde una de las ventajas de tener un buen plan es que se disminuye la necesidad de hacer mantenimientos correctivos al monitorear regularmente las condiciones de funcionamiento de los equipos se pueden prevenir fallos inesperados.

Por las razones anteriores se debe implementar un plan utilizando diferentes métodos de ingeniería que permitan prever las fallas y evitar paradas

Objetivos

Objetivo general

Evaluar y optimizar la gestión de mantenimiento desarrollada en la empresa metalmecánica CHAVEZ HNOS. S.A.S en equipos de la industria panificadora

Objetivos específicos

1. Evaluar la gestión actual mediante un análisis de modos y efectos de falla para identificar los puntos críticos.

2. Generar y socializar las nuevas estrategias de mejoramiento de acuerdo a los hallazgos encontrados.

3. Actualizar la documentación y los procedimientos realizando seguimiento a su proceso de implementación.

Acotaciones

Al evaluar y optimizar el plan de mantenimiento la empresa es la que estudia si es factible de implementarse, lo que se pretende con la mejora en el mantenimiento tanto correctivo como preventivo es alargar la vida útil de las máquinas y aumentar el nivel en ellas.

MARCO TEORICO Y ESTADO DEL ARTE

Marco teórico

La globalización ha facilitado el reemplazo de técnicas de producción en la industria manufacturera, paralelamente en la ingeniería de mantenimiento ha propuesto nuevos métodos y procedimientos de medio y alto rendimiento, amparados por diferentes técnicas de calidad de confiabilidad operacional, por lo tanto es necesario que en las industrias se dominen, ejecuten y apliquen estas nuevas técnicas para intensificar su productividad. (Maldonado arias & Pillajo quijia, 2009)

Ingeniería de mantenimiento

La ingeniería de mantenimiento moderna incluye una amplia gama de funciones: la aplicación de procesos científicos y de ingeniería innovadores, así como la planificación y gestión empresarial, con el fin de lograr el más alto nivel de confiabilidad de los sistemas, máquinas, sistemas, máquinas, equipos, instalaciones, procesos e infraestructura (Maldonado arias & Pillajo quijia, 2009)

Mantenimiento

El mantenimiento es una serie de actividades para mantener el equipo y las instalaciones durante el tiempo mayor posible (buscar la máxima disponibilidad) y con el rendimiento en su punto máximo (Leyton castillo, 2018)

Plan de mantenimiento

Un plan de mantenimiento es un conjunto de actividades o intervenciones de mantenimiento programado que debemos realizar a los equipos en la planta, hay que realizar esta tarea antes de que ocurra el fallo, cabalmente con la finalidad de eludir. (Leyton castillo, 2018)

Objetivo del mantenimiento

El objetivo del Mantenimiento es alargar la vida útil de todos los bienes que componen los eslabones del sistema tanto indirecta como rectamente implicados a los servicios, en óptimas condiciones de funcionamiento, con excelente nivel de calidad y al precio más bajo posible. Tal como se ve hoy, las industrias, bajo una presión competitiva cada vez mayor, se ven obligadas a lograr un alto valor de producción con estrictos niveles de calidad y respetando los plazos de entrega. La finalidad del mantenimiento entonces es conseguir el máximo nivel de efectividad para lograr mayor eficiencia en los sistemas de producción con la tasa más baja de contaminación del medio ambiente y mayor seguridad para el personal al precio más bajo posible. (Leyton castillo, 2018)

Vida útil

Saber la vida útil de un equipo universalmente se apoya en los manuales de fabricante de los equipos, que estiman la vida útil del equipo en horas totales de funcionamiento como ejemplo: maquinaria pequeña: 5,999 horas de trabajo o tres años de vida útil; maquinaria pesada: 9.999 horas de trabajo o cinco años de duración. El tiempo de vida de un activo puede ser medida por el semblante financiero. (Machaca condori, 2021)

Costos de mantenimiento

Los gastos y costos de mantenimiento están directa e indirectamente afín con el presupuesto propuesto de mantenimiento que incluye: la mano de obra directa e indirecta, los repuestos, la maquinaria y equipos, el transporte al lugar donde se realizara reparación, el tiempo de inactividad durante el mantenimiento, etc. (Machaca condori, 2021)

Mantenimiento preventivo

Igualmente, este mantenimiento designado “mantenimiento planificado”, sujeta lugar a los mementos anteriores de que ocurra un error, falla o avería en el proceso, se ejecuta bajo condiciones inspeccionadas sin la existencia o presencia de algún error en el sistema. (Bernal Matute, 2012)

Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo significa corregir errores o mal funcionamiento a medida que ocurren. Reparación normal después de un accidente que ha detenido la planta o maquinaria afectada por la avería. (Machaca condori, 2021)

Análisis de modo y efectos.

El análisis de modo y efecto de fallas (Amef) es una herramienta de análisis, como su nombre lo indica es un método que permite la identificación de fallos potenciales en procesos y sistemas, así como analizar de manera objetiva sus efectos en un sistema de clasificación determinado, para de esta forma, evitar su ocurrencia y tener un método de documentación de prevención. (cmms, 2019)

El número de prioridad de riesgo (NPR) es un valor calculado que instaura una clasificación de las fallas, se calcula como un producto cuantitativo a través del grado de ocurrencia, severidad y detención, basándose en el valor obtenido se obtiene la capacidad actual para detectar fallas, éste provee la prioridad con la que debe de atacarse cada modo de falla, identificando los puntos críticos; lo que conlleva a dar prioridad a los NPR más altos. (cmms, 2019)

Tabla 1
Calificación de severidad

Gravedad	Criterio	valor
Muy baja	Este tipo de fallo de pequeña importancia no generara efecto real alguno sobre el rendimiento o productividad del sistema	1
Baja	El tipo de fallo daría origen a un ligero inconveniente al operador. Seguramente, éste podrá observará un mínimo deterioro del rendimiento del sistema. Es fácilmente subsanable	2-3
moderada	El fallo da lugar a cierto disgusto e insatisfacción en el operador. El operador observara un deterioro en el rendimiento del sistema	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse comprometido el sistema, dando como resultado la inutilización de este. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8
Muy alta	El fallo es potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso	9-10

	y/o, pudiendo afectar la integridad del operador involucrando seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde a la calificación más alta 10.	

Nota. (Betancourt, 2022c)

Tabla 2
Calificación de ocurrencia

Frecuencia	Criterio	Valor
Muy baja	Este tipo de fallo no se asocia a procesos casi idénticos, no se ha dado en el pasado, pero es concebible	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque la probabilidad de que suceda es baja.	2-3
Moderado	Este tipo de fallo aparece ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Posiblemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-5
Alto	Este tipo de fallo se ha presentado con frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6-8
Muy alto	Fallo prácticamente inevitable. Alta probabilidad que el fallo se producirá frecuentemente	9-10

Nota. (Betancourt, 2022c)

Tabla 3
Calificación de detección

Detectabilidad	Criterio	Valor
Muy alta	El defecto es altamente detectable. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
Alta	El defecto, aunque es fácilmente detectable, podría en algunas ocasiones pasar a un primer control, aunque sería detectado posteriormente	2-3
Mediana	El defecto es ligeramente detectable y posiblemente no llegue al operador. Alto grado que se detecte en los últimos estudios de producción	4-6
Pequeña	El defecto o fallo es de tal naturaleza que resulta altamente difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto o fallo no puede detectarse. El operador final lo percibirá	9-10

Nota. (Betancourt, 2022c)

Tabla 4
Numero de prioridad de riesgo

Clasificación	Riesgo

500-1000	Alto riesgo de falla
125-499	Riesgo de falla medio
1-124	Riesgo de falla bajo
0	No existe riesgo de falla

Nota. (*AMEF Análisis de Modo y Efecto de Falla – Lean Solutions*, s. f.)

Diagnóstico de la empresa metalmecánica HNOS CHAVES S.A

A continuación, se describe la empresa, el estado de su gestión de mantenimiento y los equipos a los que les presta servicio.

La empresa

La empresa metalmecánica HNOS CHAVES S.A se ha especializado en mantenimiento correctivos y preventivos de equipos en la industria panificadora

1. Actividad principal

Su actividad principal diseño, construcción y ejecución de todo tipo de maquinaria y equipos para la elaboración de alimentos, bebidas, mantenimiento y reparación especializado de maquinaria equipo y mantenimiento eléctrico.

2. Ubicación

Metalmecánica HNOS CHAVES S.A se encuentra ubicado en la ciudad de barranquilla en la dirección calle 7 con carrera 7A 1 22

Área de mantenimiento

Metalmecánica CHAVEZ actualmente no posee un área de mantenimiento jerárquicamente establecida, ni un buen registro sobre los mantenimientos realizados en las diferentes maquinarias. Por tanto, se requiere desarrollar la propuesta de optimización y gestión de mantenimiento que garantice un proceso más eficiente de mantenimiento preventivo y correctivo en la empresa.

Amasadoras y mescladoras

Este equipo, de construcción robusta de fundición de aluminio, está destinado a un uso netamente profesional. A lo largo del funcionamiento, el utensilio con un giro a una velocidad constante. Un freno ajustable mediante un mando permite graduar la rapidez o velocidad del giro de la cuba en proceso de funcionamiento. (Herrera murales, 2007)

Cilindros refinadores

Los cilindros son equipos necesarios en las empresas de alimentos de industrias de pan, Su estructura la compone hierro, revestida de láminas, se presentan en diferentes modelos, en el centro van los rodillos. Tienen una aguja volante que sirve para la proporción de apertura de los rodillos. (Herrera murales, 2007)

Hornos industriales

Un horno industrial utilizable, en estado optimo es una necesidad importante para una panificadora, Por eficaz entendemos que es capaz de garantizar la cocción homogénea gracias a los ventiladores que distribuyen el flujo de aire de manera uniforme, tanto en lo que se refiere a la utilización de combustible como a los costos en la operación del producto. Estos hornos vienen equipados con sistemas de vaporización y control de la temperatura. (Herrera murales, 2007)

Multiformadora o boleadora (divisora, enlatadora)

La divisora boleadora pertenece al actual equipamiento imprescindible para cualquier empresa panificadora. Son equipos que se diseñaron para dividir volumétricamente y al mismo tiempo para bolear o redondear las masas de panadería o pastelería. Así se automatiza el trabajo manual. Un sistema muy eficaz de manejar para cualquier profesional del sector de panificación. (Bauuman, 2020)

La división es consiste en fraccionar en porciones la masa total, por consiguiente, obtenemos el mismo tamaño o volumen en cada fracción o porción de pan. Este proceso se puede realizar de diferentes formas una es manual y otra seria mecánica, la mecánica consiste en utilizar maquinas industriales de las cuales existe una gran diversidad. (Bauuman, 2020)

El proceso de boleado de masa consiste en darle una forma redonda a las piezas de pan previamente fraccionadas, con el objetivo de darle un borde consistente por el cual no se dispersen los gases producidos en el proceso de la fermentación. (Bermeo Sarmiento & Toapanta Vega, 2021)

Estado del arte

En la escuela polictenica nacional de Ecuador en el 2009 se desarrollo un tesis de pregrado llamada "*manual de ingeniería de mantenimiento para la panificadora industrial arenas*" donde se elaboró un manual de ingeniería de mantenimiento en una panificadora el cual ayuda en la conservación de los equipos en óptimo estado disminuyendo los costos y la mano de obra con el fin de conseguir más alta productividad en la empresa. Donde en el tercer capítulo se presenta un análisis de las maquinarias existentes en la planta y registro técnicos de cada una de ellas. (Maldonado arias & Pillajo quijia, 2009)

En la escuela de estudios de postgrado de Guatemala en el 2007 se desarrolló una tesis de postgrado "*MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EQUIPOS DE PANIFICADORA BUENA VISTA"* donde su objetivo principal era desarrollar un plan de mantenimiento preventivo donde se llegó a la conclusión, que el plan de mantenimiento a los diferentes tipos de equipos se desarrollara evidentemente cuando la organización del mismo permita conocer del universo de equipos y se definan aquellos cuya preservación es transcendental para la Producción. Este conocimiento debe ser muy profundo y estudiado para incluir los detalles de los componentes de los diferentes tipos de maquinaria. (Herrera murales, 2007)

La editorial felijoo de Cuba en el 2013 publico una monografía "*EVALUACION Y CONTROL DEL MANTEMIENTO*" donde esta monografía nos muestra una base conceptual a empresas especializadas en realizar algún tipo de mantenimiento. (Borroto Pentón, Llanes, & Duménigo Sierra, 2013)

CAPITULO 3

METODOLOGIA

En este capítulo se desarrollará con base a los objetivos propuestos en donde se busca evaluar la gestión actual del mantenimiento en la empresa luego se utilizará una técnica de mantenimiento llamada análisis de modos y efectos de falla para identificar los puntos críticos y en base a estas generar nuevas tareas y estrategias optimizando el mantenimiento.

Tipo y diseño investigativo

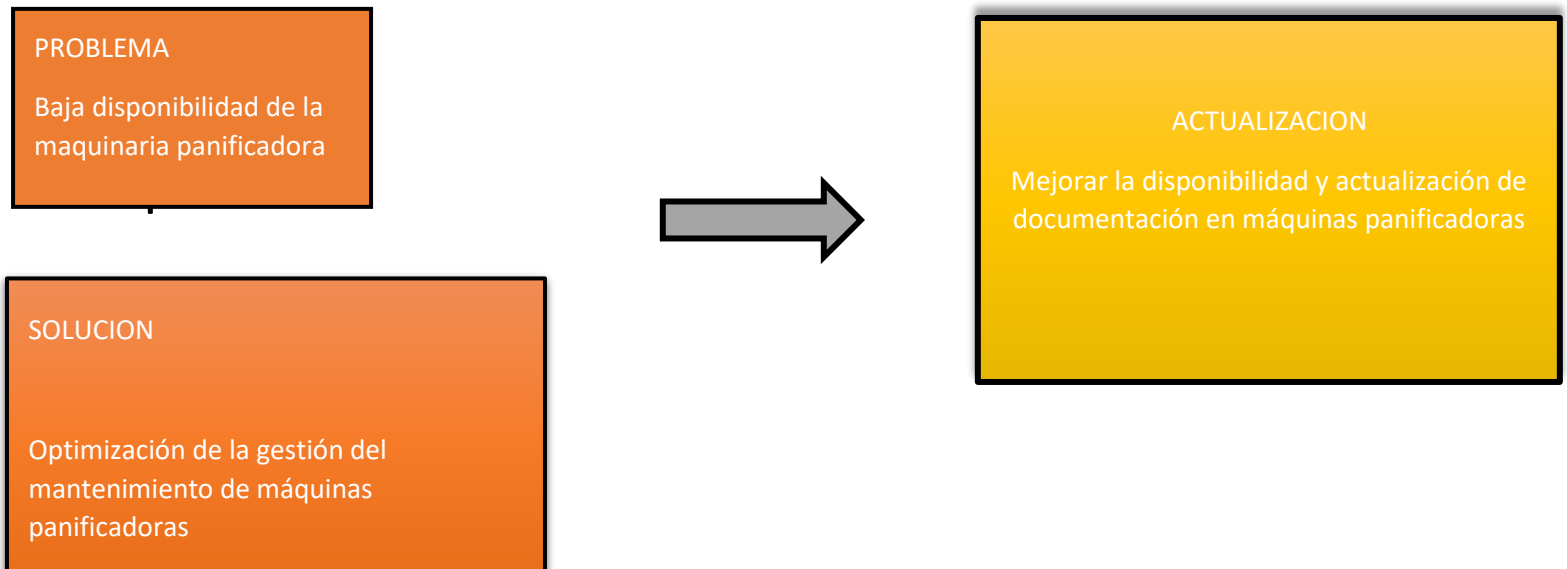
La investigación a realizar es del tipo No-experimental, prospectivo y transversal. Es No-experimental, porque carece de una variable independiente, se basa en la observación de los fenómenos en su ambiente natural para luego analizarlos, lo que se pretende es mejorar la disponibilidad de los equipos a través de un plan de mantenimiento.

Prospectivo, porque intenta describir o predecir diferentes escenarios o enfoques futuros y sus impactos potenciales con el fin de mejorar la disponibilidad de la maquinaria panificadora.

Transversal, porque registra datos en un único momento sin manipular el entorno de estudio que es en la toma de datos antes de implementar el plan de mantenimiento.

El diseño de la investigación la podemos apreciar mejor detallada en el siguiente gráfico.

Figura 1
Investigación gráficamente



Nota. Elaboración propia

Descripción de equipos y mantenimiento aplicado.

A continuación, se evidenciarán el estado de las maquinas se realizó una inspección visual superficial para identificar los componentes internos o externos que se puedan detallar mediante la remoción de alguna pieza estática protectora sujetada por tornillos con el fin de desarrollar la revisión.

Maquinaria horno industrial polin

El horno polín (figura 2), este situado en el área de producción y tiene como función realizar la cocción de los productos de manera uniforme en un determinado tiempo existen 5 hornos trabajando en promedio 12 horas por día. En la (figura 3) se describen las principales características del horno

Figura 2
Horno industrial

Nota. Elaboración propia

Figura 3

Características horno industrial polin

CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN Y ACCESORIOS

RotoAvant es un horno que ha sido proyectado para responder siempre de manera excelente a cualquier necesidad que tengan panaderos y pasteleros. Ha sido estudiado hasta en los mínimos detalles, y a las características de construcción de serie que demuestran la alta calidad, existe la posibilidad de elegir muchos accesorios útiles que aumentan sus prestaciones.

Apertura compás

La apertura compás del cristal doble facilita la limpieza.

Gancho de fusión aumentado

Gancho monobloque moldeado a presión de gran tamaño. La mayor sección aumenta la superficie de contacto con los cojinetes de los carros reduciendo el desgaste.

Suelo liso

El suelo liso simplifica las operaciones de limpieza interior.

Cuadro eléctrico

El cuadro eléctrico se puede colgar a las paredes del horno. De esta manera se evitan calentamientos y se facilitan las operaciones de mantenimiento.

Paneles pretensados

La dispersión térmica se ha reducido al mínimo gracias también al uso de paneles pretensados y lana comprimida a 120 kg/cmq.

Válvula de fusión descarga de vapores automática

Permite la descarga de vapores de manera automática cuando se necesite (de serie en las versiones Flex, Energy Save, HiControl).

Rejilla para la campana

Rejilla funcional para distribuir de manera uniforme la aspiración por todo el ancho de la campana (opcional).

Cámara de cocción inox

Contribuye a mantener constante la calidad de la cocción porque asegura resistencia y duración en el tiempo.

Aspirador en acero inox

El sistema de aspiración de los vapores está dotado de un ventilador realizado en acero inox.

Fuente: (Polin group, 2014)

Descripción mantenimiento preventivo actual de horno industrial

Siguiendo el plan de mantenimiento propuesto por la empresa el horno se interviene una vez al mes, primero se desconecta de la red eléctrica. a continuación, se remueve los residuos adheridos a la parte interna con una espátula, luego se le aplica hidróxido de sodio a la parte interna para facilitar el proceso de remoción se espera 15 minutos se procede a tallar las paredes con una esponja industrial, se retira el hidróxido de sodio utilizando un trapeador y agua por último se enciende el horno por 20 minutos a 200 grados para que se evapore, a continuación en la parte externa se utiliza jabón neutro ULC se le aplica todo el exterior se talla con esponja industrial, luego se procede a limpiar con un paño industrial y agua.

En la segunda sección de mantenimiento se lubrican los rodamientos y cadenas. Según el estado del horno se procede a realizar un mantenimiento correctivo.

Maquinaria amasadoras y mezcladoras

La amasadora de la figura 4, está situada en el área de producción de la segunda planta y tiene como función preparar la masa, en promedio de trabaja de 8 horas diarias.

Figura 4
Amasadora

Nota. Elaboración propia

Descripción mantenimiento preventivo actual de amasadora y mezcladora

Siguiendo el plan de mantenimiento propuesto por la empresa a los cilindros refinadores se le hace mantenimiento una vez al mes, al comenzar el mantenimiento primero se desconecta de la red eléctrica. Se procede hacer una limpieza externa e interna utilizando jabón neutro ULC y una esponja abrasiva para tallar. A continuación, se lubrica los rodamientos, se tensionan las correas.

Maquinaria cilindros refinadores

El cilindro refinador (figura 5), ~~este~~ situado en el área de producción de la segunda planta tiene como función amasar y un promedio de trabajo registrado de 8 horas por día.

Figura 5
Cilindro refinador

Nota. Elaboración propia

Descripción mantenimiento preventivo actual de cilindro refinador

Siguiendo el plan de mantenimiento propuesto por la empresa a los cilindros refinadores se le hace mantenimiento una vez al mes, al comenzar el mantenimiento primero se desconecta de la red eléctrica. Luego se remueve las tapas protectoras laterales mostradas en las figuras 6 y 7, se procede a limpiar con una espátula y se remueven los residuos manualmente o con la ayuda de un blower, a continuación, se comienza a lubricar los rodamientos, se engrasa la cadena, si se observa algún fallo que no puede ser resuelto se procede a aplicar

mantenimiento correctivo. por último, se hace limpieza a las tapas protectoras utilizando jabón neutro ULC y una esponjilla industrial. En las figuras 8 y 9, se puede observar en los laterales de la maquina después del mantenimiento

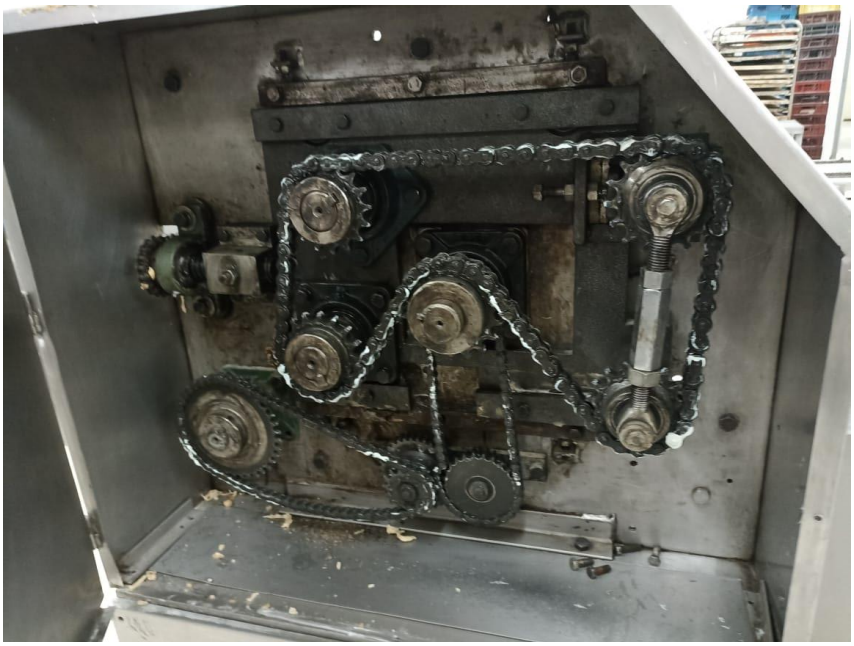
Figura 6
Cilindro refinador antes del mantenimiento

Nota. Elaboración propia

Figura 7
Vista lateral izquierda antes del mantenimiento

Nota. Elaboración propia

Figura 8
vista lateral izquierda



Nota. Elaboración propia

Figura 9
Vista lateral derecha

Nota. Elaboración propia

Maquinaria divisora boleadora

La principal función de la divisora boleadora presentada desde la figura 10 hasta la figura 12 es dividir la masa porcionando en bandejas de aluminio con un promedio de trabajo de 8 horas diarias.

Figura 10
Divisora boleadora control

Nota. Elaboración propia

Figura 11
Divisora boleadora bandejas parte central

Nota. Elaboración propia

Figura 12
Divisora boleadora parte final

Nota. Elaboración propia

Descripción mantenimiento preventivo actual maquinaria divisora boleadora

Siguiendo el plan de mantenimiento propuesto por la empresa a la divisora boleadoras se le hace mantenimiento una vez al mes, al comenzar el mantenimiento primero se desconecta de la red eléctrica. Se quitan tapas protectoras, se comienzan a retirar los residuos manualmente y con ayuda de un blower. a continuación, se utiliza jabón neutro y agua, utilizando una esponja industrial se procede a tallar la parte externa, el próximo paso es lubricar los rodamientos, las cadenas y calibrar la banda transportadora

Recolección de datos

La recopilación de datos es una de las tareas más importante al desarrollar un buen plan de mantenimiento ya que facilita la tarea de llevar un mejor control. Los registros son importantes y dan un respaldo de cómo se han desarrollado los mantenimientos, que áreas son las que presentan mayores fallas, de igual manera ayuda a conocer la calidad del servicio que se presta en el departamento de mantenimiento y falencias de los operarios o labores dentro de la planta (Rondon perez, 2021)

Recolección de datos del fabricante

Para la recolección de datos del fabricante se utiliza el manual con información detallada de la maquinaria, esta describe sus características más importantes, así como el modelo, serie, cuidados, peligros, especificaciones etc.

Recolección de datos del fabricante hornos polín.

En las figuras 13 a 16 se describen las características principales del horno

Figura 13
Teclado de horno polin

Nota: (Polin group, 2014)

Figura 14
Control, sistema de vapor, sistema de calor

CONTROL				
Tipo de control	Polin Control	Polin Control	Polin Control	Polin Touch
Programas de cocción	100	100	100	200
Recetas protegidas con clave	✔	✔	✔	✔
Fases para cada ciclo de cocción	12	12	12	10
Pantalla	LCD 8 líneas	LCD 8 líneas	LCD 8 líneas	Pantalla táctil
Puerto USB para guardar los programas	O	✔	✔	✔
Función Stand-by energético	✔	✔	✔	✔
Funciones ahorro energético	✔	✔	✔	✔
Limitador tiempo/temperatura	✔	✔	✔	✔
Encendido automático	✔	✔	✔	✔
Alarmas con visualización de averías	✔	✔	✔	✔
Teclado de reserva	-	✔	✔	✔
Predisposición control remoto de más hornos	O	O	O	O
Sistema Calor				
Cámara de combustión de alto rendimiento	✔	✔	✔	✔
Sistema de transmisión del aire en la cámara (Wide Flow)	✔	✔	✔	✔
Sistema de dirección del aire (Vertical Air Direction)	✔	✔	✔	✔
Velocidad del aire con inverter (Air Fine Control)	-	✔	✔	✔
Sistema de enfriamiento rápido (Rapid Cooling System)	O	✔	O	✔
Sistema vapor				
Vaporera con esferas	✔	✔	✔	✔
Sistema de distribución automática del vapor	✔	✔	✔	✔
Cuentalitros agua vaporera	O	O	O	O
Segunda velocidad aspiración vapor campana (80100 y 80120)	O	O	O	O
Sistema de evacuación rápida del vapor (Fast Air)	O	✔	O	O
Vaporera aumentada	O	O	O	O
Condensador vapores de aire (sólo para SE)	O	O	O	O
Válvula de descarga de vapores automática	O	✔	✔	✔

Nota : (Polin group, 2014)

Figura 15
Elementos de construcción

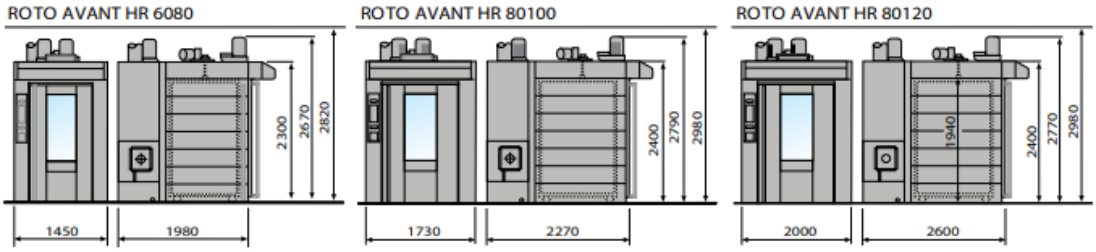
	Smart	Flex	Energy Save	Hi Control
ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN				
Cristal de baja emisión	○	○	✔	○
Revestimiento en acero Inox	○	○	○	○
Campana y aspirador en acero inox	✔	✔	✔	✔
Rejilla para campana	○	○	○	○
Junta doble inox/goma en todo el perímetro de la puerta	✔	✔	✔	✔
Sistema doble cierre puerta	✔	✔	✔	✔
Grosor de la puerta 140 mm.	✔	✔	✔	✔
Aislamientos en lana comprimida 120 kg/mq.	✔	✔	✔	✔
Cámara de cocción en acero inox	✔	✔	✔	✔
Cuadro de mandos con apertura frontal	✔	✔	✔	✔
Cristal con apertura compás	✔	✔	✔	✔
Boquilla anti explosión	✔	✔	✔	✔
Tubo de fusión	✔	✔	✔	✔
Grupo de rotación de fusión	✔	✔	✔	✔
Pantalla tiempo/temperatura en la campana	○	○	○	○
Elevación semiautomática del carro (hasta 250 Kg)	○	○	○	○
Elevación automática del carro (fino a 400 Kg)	○	○	○	○
Plataforma rotativa	○	○	○	○
Horno simétrico	○	○	○	○
Grupo eléctrico potenciado (6080)	○	○	○	○
Construcción según normas UL	○	○	○	○

✔ DE SERIE ○ OPCIONAL

Nota : (Polin group, 2014)

Figura 16

Dimensión de horno polin



		6080 SC	6080 SE	80100 SC	80100 SE	80120 SC	80120 SE
Peso horno	kg	1450	1450	1900	1900	2220	2150
Capacidad de las bandejas	n°	16/18	16/18	16/18	16/18	16/18	16/18
Paso bandejas	mm	105/93	105/93	105/93	105/93	105/93	105/93
Tamaño de las bandejas	mm	600x800 n°2 600x400	600x800 n°2 600x400	600x800 800x800 800x1000	600x800 800x800 800x1000	800x1200 n°2 600x800	800x1200 n°2 600x800
Ancho mínimo puerta	mm	500	500	800	800	800	800
Potencia eléctrica	kW	2	49+2,8	2,8	63+2,8	2,8	81+2,8
Potencia eléctrica aumentada	kW	-	57+2	-	-	-	-
Potencia térmica	kcal/h kW BTU	60.000 70 240.000	- - -	80.000 93 320.000	- - -	95.000 110 380.000	- - -

SE eléctrico **SC** con quemador (tipo de alimentación: gpl, metano, gasoil, pellet)

Nota . (Polin group, 2014)

Recolección de datos de la fabricante amasadora industrial.

En la figura 17, se puede observar las especificaciones de la amasadora industrial, en la figura 18, el diagrama eléctrico y en la figura 19, los usos y cuidados recomendados por el fabricante

Figura 17
Especificaciones de amasadora industrial

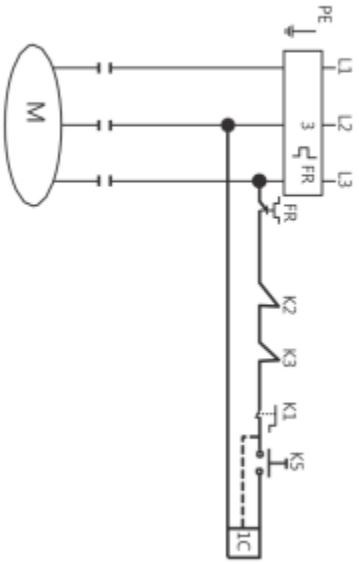
ESPECIFICACIONES

	Capacidad	Voltaje	Frecuencia	Potencia	Velocidad de Gancho	Velocidad del tazón
A-46	20 kg	220 V	60 Hz	2100 W	210 RPM	23 RPM
A-66	25 kg	220 V	60 Hz	2100 W	210 RPM	23 RPM

Figura 18

Diagrama eléctrico

DIAGRAMA ELÉCTRICO



- **K1** Interruptor de protección contra sobrecarga
- **KM** Contactor AC
- **K2** Interruptor de trabajo
- **K3** Interruptor de paro
- **K4** Interruptor de paro de emergencia
- **KT** Temporizador
- **K5** Interruptor del motor
- **CA** Capacitor de arranque
- **M** Motor

Nota . (Torrey, 2020)

Figura 19

Usos y cuidado de amasadora industrial

USOS Y CUIDADOS

- Cuando se realice mantenimiento al equipo, este deberá estar desconectado de la corriente eléctrica.
- Se recomienda que las instalaciones eléctricas sean realizadas por personal autorizado.
- Después de usar la amasadora corte el suministro de corriente eléctrica.
- El equipo se deberá limpiar con un paño húmedo sin ningún detergente abrasivo para el equipo.
- El tazón y los accesorios se deberán lavar con agua y jabón, utilizando una fibra suave que no dañe el equipo.
- Evitar que entre harina por las rejillas de ventilación. (si se tira harina, recogerla antes de que pueda entrar por las rejillas.

Fuente: (Torrey, 2020)

Recolección de datos

En esta sección se recolectarán datos basado en la experiencia del personal del departamento de mantenimiento ya que hay tareas que se han venido desarrollando, que no están en las recomendaciones del fabricante, así como modificaciones realizadas en la maquinaria a través del tiempo que solo conoce el personal a cargo del mantenimiento.

Descripción del mantenimiento en la empresa por el departamento a cargo

En la empresa metalmecánica Chávez los planes de mantenimiento preventivos están programados los días domingos, Aunque no hay un plan de mantenimiento preventivo debidamente elaborado, ~~se~~ cuenta con el personal suficiente, no hay una metodología clara, ordenada y sencilla a seguir. El personal inicia el proceso de mantenimiento con la limpieza a las maquinas, este proceso lo desarrollan muy rápido ya que los tiempos de entregas son muy cortos con resultados muchas veces incompleto. Cuando un fallo o una avería aparece aplican un mantenimiento correctivo que en la mayoría de veces queda incompleto debido a la falta de repuestos o a que los proveedores no laboran los fines de semana , además no cuentan con la documentación técnica, formatos para mantenimiento, fichas técnicas, ni manuales de fabricante.

Recolección de datos históricos electrónicos

Estos registros están archivados en ordenadores, aquí se descargan las ordenes de trabajo (OT) , bitácoras de mantenimientos, etc., y son la base para generar los historiales de la máquina. La figura 20 es un ejemplo de una orden de trabajo descargado de un ordenador

Figura 20
orden de trabajo archivado

	WORK ORDER Nº: 11.0	**Creation date: 12/02/2020**	
	Type of WO: Mto Preventivo	**Schedule date: 12/02/2020**	
	Manpower: Mto General	**Close date**	
	Plant: OWP	**Strat/End:**	1/1

>>FABRICA>>PROCESO (TSK)>>PREPARACION PASTA>>PREPARADOR PASTA RECICLADA

Assets:	CINTA ALIMENTACION	**TAG:**	
Thec Location	Esteban Prueba	**WO Priority:**	NON
Main issue:	FORMADORA - PARO DE MÁQUINA		

INTERVENTIONS	**Time**		**Date**	**Value**	**Req**
Paro de Máq.- General - Verificar presencia de todos los tornillos y tuercas		☐			

Explanations:	
Breakdone:	
Creakdone cause:	

For the realization of the task, you must comply the general safety rules.

EPI's:

- Calzado de seguridad
- Guantes Anticorte
- Guantes Alta Temperatura
- Casco

Parts reserved

GENERAL:	**UNIDADES**		**UNIDADES**
- Rodamiento fi 1	2.00	-	

Comments / Spare parts .....

Nota. (Cabrera peñalver, 2020)

Aplicación del Análisis de modo y efectos de fallas.

A continuación, se describe la evaluación adelantada para cada uno de los equipos teniendo en cuenta sus respectivos modos de fallo, efecto y causas para determinar el respectivo número de prioridad de riesgo.

Análisis de modo y efectos de fallas de los hornos polín

En la tabla 5, se puede detallar el desglose del análisis de modo de falla para las averías presentadas en el horno.

Tabla 5
Amef horno industrial

Análisis de modo y efecto de fallas	METALMECANICA CHAVEZ	HORNO INDUSTRIAL (POLIN)

Actividad	Modos de fallo	Efecto	S	Causa	O	Controles	D	NPR	Acciones	S	O	D	NPR
	EL HORNO NO GIRA	al no girar la tempertura no se distribuye uniformente sobre el producto	6	las correas cumplieron los 25000 horas de utilidad	4	no existen	10	240	cambiar las correas cada ciertas horas de trabajo	6	4	10	240
	EL HORNO SUENA	al sonar el horno se va deteriorando mucho mas rapido	2	falta de lubricacion	8	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de mantenimiento establecido	5	80	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento	2	4	3	24
MECANICA	LA PUERTA NO CIERRA	al no cerrar correctamente el horno marca una alerta de error	8	la cerradura esta dañada	4	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de mantenimiento establecido	5	160	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento	8	2	3	48
	EL HORNO NO ENCIENDE	al no encender no se da funcionamiento al proceso de coccion de pan	8	enchufes en mal estado	4	inspeccion visual por parte del operador	3	96	reemplazar los enchufes	6	3	1	18
	LAS PROTECCIONES SEACTIVAN	corto circuitos que pueden dañar el horno	8	cables no aislados	4	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de mantenimiento establecido	5	160	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento	2	2	3	12
ELECTRICO	EL MOTOR NO ARRANCA	al no arrancar los motores el horno no puede dar continuidad al proceso , se activaran alarmas	7	motor quemado	9	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de mantenimiento establecido	3	189	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento	7	4	1	28
	LA TARJETA NO FUNCIONA	no iniciara ningun proceso	8	conctactos de alimentacion de la tarjeta sulfados	4	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de mantenimiento establecido	5	160	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento	8	2	3	48
ELECTRONICO	SENSORES MARCAN ERROR	se activan las alarmas deteniendo todo proceso	8	los sensores estan dañados	3	no existen	10	240	reemplazar sensores	8	2	10	160
		no se alcanza la tempertura deseada	8	valvula selenoide en mal estado	3	no existen	10	240	reemplazar valvula	8	1	10	80
ALIMENTACION DE GAS	POCA PRESION	al haber poca presion no hay llama	10	fuga de gas por tuberia rota	3	inspeccion por parte del operador	3	90	implementar un plan de chequeo un ves al mes	5	1	1	5

Nota. Elaboración propia

Análisis de modo y efectos de fallas de las amasadoras y mezcladoras

En la tabla 6, se puede detallar el desglose del análisis de modo de falla para las averías presentadas en la amasadora.

Tabla 6

Amef amasadoras

Análisis de modo y efecto de fallas					METALMECANICA CHAVEZ						AMASADORAS		
Actividad	Modos de fallo	Efecto	S	Causa	O	Controles	D	NPR	Acciones	S	O	D	NPR
	NO GIRA	Al no girar no se inicia el proceso de amasar la harina	7	la guarda de seguridad esta dañada o no esta en correcta posicion	3	inspeccion visual por parte del operador	1	21	Verificar posición de guarda y el switch de guarda	7	1	1	7
	NO TIENE FUERZA	al no tener fuerza el proceso de amasar se hace muy lento	7	las bandas estan flojas	5	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de mantenimiento establecido	2	70	Abra la tapa superior y revise que las bandas estén correctamente ajustadas	7	3	2	42
	LA MAQUINA SUENA	Al sonar la maquina se deteriora mucho mas rapido	1	falta de lubricacion	10	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de mantenimiento establecido	4	40	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento	1	4	2	8
MECANICA	temperatura muy alta	al tener la temperatura muy alta la maquina se puede quemar	4	Verificar los kg de carga que se colocan en la amasadora	3	no existen	10	120	capacitacion del operador	4	2	5	40
	el equipo no enciende	al no encender no hay funcion alguna	7	Protector térmico dañado	3	no existen	10	210	Verificar continuidad de protector térmico	7	2	10	140
	la maquina enciende pero no inicia	al presionar y no iniciar no se inicia el proceso	7	boton de inicio deteriodado	1	inspeccion visual por parte del operador	1	7	verificar funcionamiento del boton	7	1	1	7
	el paro de emergencia no funciona	puede ocasionar daños a los operadores y dañar la maquina	10	boton de parode emergia deteriorado	1	inspeccion visual por parte del operador	1	10	verificar funcionamiento del boton	10	1	1	10
ELECTRICA	los cables estan recalentados	la maquina se puede encendiar y causar graves daños	7	No llega el correcto voltaje eléctrico	2	no existen	10	140	Verificar voltaje de instalación eléctrica semanalmente	7	2	10	140

Nota. Elaboración propia

Análisis de modo y efectos de fallas de cilindros refinadores

En la tabla 7, se puede detallar el desglose del análisis de modo de falla para las averías presentadas en los cilindros refinadores.

Tabla 7

Amef cilindros refinadores

Análisis de modo y efecto de fallas						METALMECANICA CHAVEZ						CILINDROS REFINADORES	
Actividad	**Modos de fallo**	**Efecto**	**S**	**Causa**	**O**	**Controles**	**D**	**NPR**	**Acciones**	**S**	**O**	**D**	**NPR**
	NO GIRAN LOS CILINDROS	Al no girar no se lamina la masa	7	piñónes desgastado	3	no existen	1	21	mantenimiento correctivo	7	1	1	7
	LA VELOCIDAD DISMINUYE	al no tener fuerza el proceso de laminar la masa se hace muy lento	7	las correas estan flojas	5	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de mantenimiento	2	70	Abra las tapas laterales y revisar que las correas estén correctamente ajustadas	7	3	2	42
MECANICA	LA MAQUINA SUENA	Al sonar la maquina se deteriora mucho mas rapido	1	falta de lubricacion	10	mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de mantenimiento establecido	4	40	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento	1	4	2	8
	EL EQUIPO NO ENCIENDE	al no encender no inicia elproceso de laminado		no llega el correcto voltage electrico		no existen			Verificar la instalación eléctrica				
	la maquina enciende pero no inicia	iniciar no se inicia el proceso	7	boton de inicio deteriodado	1	inspeccion visual por parte del operador	1	7	verificar funcionamiento del boton	7	1	1	7
	el paro de emergencia no funciona	puede ocasionar daños a los operadores y	10	boton de paro de emergencia deteriorado	1	inspeccion visual por parte del operador	1	10	verificar funcionamiento del boton	10	1	1	10
ELECTRICA	las protecciones se activan	no se puede terminar de laminar la masa y queda a mitad de proceso	8	corto circuito, cables mal aislados	4	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de mantenimiento establecido	5	160	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento	2	2	3	12

Nota. Elaboración propia

Análisis de modo y efectos de fallas de divisora laminadora de masas

En la tabla 8, se puede detallar el desglose del análisis de modo de falla para las averías presentadas en la divisora laminadora de masas.

Tabla 8 .
Amef divisora laminadora de masas

Análisis de modo y efecto de fallas					METALMECANICA CHAVEZ						DIVISORAS BOLEADORA		
Actividad	Modos de fallo	Efecto	S	Causa	O	Controles	D	NPR	Acciones	S	O	D	NPR
MECANICO	no inicia el proceso	al no iniciar no da inicio a la secuencia programada	7	poleas en mal estado	4	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de mantenimiento establecido	1	28	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento	7	2	1	14
	la maquina vibra mucho	el producto sale uniforme	5	maquina descalibrada	2	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de mantenimiento establecido	6	60	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento	5	2	3	30
	la maquina suena	al sonar el horno se va deteriorando mucho mas rapido	3	falta de lubricacion	6	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de mantenimiento establecido	6	108	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento	3	4	3	36
	la cadena se sale de los piñones	se detiene el proceso instantaneamente	8	cadena muy larga	2	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de mantenimiento establecido	3	48	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento	8	2	1	16
ELECTRICO	el equipo no enciende	no se da inicio al proceso	8	no llega el correcto voltage	2	no existen	1	16	Verificar la instalación eléctrica una vez al mes	7	2	1	14
	la pantalla no enciende	no se puede programar o dar inicio al proceso	7	cable de alimentacion en mal estado	2	no existen	1	14	vericar cable de alimentacion semestralmente	7	2	1	14
	el paro de emergencia no funciona	puede ocasionar daños a los operadores y dañar la maquina	10	boton de paro de emergencia deteriorado	1	inspeccion visual por parte del operador	4	40	mantenimiento correctivo	10	1	2	20
	las protecciones se activan	se detiene el proceso a mitad lo que significa perdida de tiempo y material	7	corto circuito debido a cables en mal estado	4	no existen	3	84	reemplazar el sistema electrico	7	3	2	42
electronico	LA TARJETA NO FUNCIONA	no iniciara ningun proceso	8	conctactos de alimentacion de la tarjeta sulfados	4	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de mantenimiento	5	160	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento	8	2	3	48
	SENSORES MARCAN ERROR	se activan las alarmas deteniendo todo proceso	8	los sensores estan dañados	3	no existen	10	240	reemplazar sensores	8	2	10	160
programacion	el producto sale imperfecto	al salir un producto imperfecto se pierde material y tiempo	2	mala programacion en el software de la maquina	2	no existen	10	40	capacitacion a los operadores	2	2	10	40

Nota. Elaboración propia

Listado de puntos críticos NPR calculado

A continuación, se detallará los puntos críticos de cada maquina

Listado ~~de puntos críticos~~ NPR horno industrial

En la tabla 9, muestran los valores de número de prioridad de riesgo calculados en la tabla 5.

Tabla 9

Puntos críticos horno industrial

Modo de fallo	NPR
El horno no gira	240
El horno genera ruido	80
La puerta no cierra	160
El horno no enciende	96
Las protecciones de activan	160
El motor no arranca	189
La tarjeta no funciona	160
Sensores marcan error	240
Poca presión por válvula solenoide	240
Poca presión por fuga de gas	90

Nota. Elaboración propia

Listado NPR amasadoras y mezcladoras

En la tabla 10, se muestran los valores de número de prioridad de riesgo calculados en la tabla 6.

Tabla 10
Puntos críticos amasadora y mezcladora

Modo de fallo	NPR
No gira	21
No tiene fuerza	70
La máquina genera ruido	40
Temperatura muy alta	120
El equipo no enciende	210
La máquina enciende, pero no inicia	7
El paro de emergencia no funciona	10
Los cables están con exceso de temperatura	140

Nota. (elaboración propia)

Listado NPR cilindros refinadores

En la tabla 11, se muestran los valores de número de prioridad de riesgo calculados en la tabla 7.

Tabla 11
puntos críticos cilindros refinadores

Modo de fallo	NPR
No giran los cilindros	21
La velocidad disminuye	70
La máquina genera ruido	40
El equipo no enciende	700
La máquina enciende, pero no inicia	7
El paro de emergencia no funciona	10

Las protecciones se activan	160

Nota. Elaboración propia

Listado NPR divisora de masa

En la tabla 12, se muestran los valores de número de prioridad de riesgo calculados en la tabla 8.

Tabla 12
Puntos críticos divisora de masa

Modo de fallo	NPR
No inicia el proceso	28
La máquina vibra mucho	60
La máquina suena	108
La cadena se sale de los piñones	48
El equipo no se enciende	16
La pantalla no enciende	14
El paro de emergencia no funciona	40
Las protecciones se activan	84
La tarjeta no funciona	160
Sensores marcan error	240
El producto sale imperfecto	40

Nota. (elaboración propia)

CAPITULO 4

OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

A continuación, se relacionarán toda la gestión documental que fue revisada, aprobada y normalizada para uso interno de la empresa en las diferentes labores de mantenimiento.

Se optimizan los planes de mantenimientos teniendo en cuenta los valores más representativos de los NPR para desarrollar las nuevas estrategias.

gestión de equipos

El paso inicial de la gestión de los equipos o maquinaria se basa en identificar la instrumentación instalada (equipo o maquinaria), por lo que se necesita contar con una lista ordenada de dicha base instalada.

Disponer de un buen sistema de codificación permite un mayor control en la maquinaria ya que nos facilita su localización, administración y un control mayor en las operaciones en mantenimiento, basado en la tabla 9 se va a crear un código para cada uno de los equipos.

Tabla 13
Sistema de codificación

Código del proceso	Maquinaria	Número del equipo	Piso/planta
PR	HR	1	1

Fuente: Elaboración propia

Donde se tiene en cuenta teniendo lo siguiente:

código de proceso donde está ubicada la máquina.

1. Pr: se encuentra ubicado en el área de producción
2. Mt: se encuentra ubicado en el área de mantenimiento

código de que tipo de maquina es.

1. HR: horno industrial
2. DB: divisora boleadora
3. AM: amasadoras o mezcladora

4. CE: cilindro refinadores

Número del equipo

Este corresponde al consecutivo de la máquina de un mismo tipo

Número del equipo

Este corresponde al piso donde está ubicado la máquina, 1 si es la primera planta, 2 si es la segunda.

Lista de chequeo

Una lista de chequeo nos ayuda a tener mejor control y a disminuir los errores que se puedan presentar.

Lista de chequeo horno industrial

Tabla 14

Formato lista de chequeo de horno industrial

Fecha:	LISTA DE CHEQUEO HORNO INDUSTRIAL	METALMECANICA CHAVEZ HNOS S.A.S NIT 900.816.475-2
Codigo:		
Version:		
Pagina:		

REALIZADO POR : CARGO:	FIRMA DEL RESPONSABLE DEL CHEQUEO

Marque con X el estado	**C**=Cumple	**CP**=cumple parcialmente	**NC**=no cumple

DESCRIPCION	C	CP	NC	Observaciones	
la maquina se encuentra correctamente fijado					
Proteccion completa del equipo y en buenas condiciones					
Enchufes en buen estado					
Fusibles en buen estado sin intervencion					
Cable de alimentacion de energia en buen estado					
Flujo de aire correcto					
flujo de gas correcto					
Fugas de calor					
Perdidas de temperaturas					
Chequeo visual en busca de agujeros o grietas					
Mecanismos que se atoran					
Vibraciones					
Puertas en buen estado					
Cerradura en buen estado					
Sistema de ventilacion funcionando					
Sistema de ilumincion eficiente					
Buena limpieza en superficie externa e interna					
se evidencia equipos de seguridad contra incendios					
Luz piloto en buenas condiciones					
Pasillos y vias alrededo no obtruidas					

Nota. Elaboración propia

Donde:

Fecha: esta fecha corresponde en el momento en el que el área solicito el servicio de mantenimiento

Código: código de la maquina

Versión: versión del formato

Pagina: numero de pagina en el formato

Realizado por: persona encargada de realizar el chequeo

Cargo: cargo de la persona que realizo el chequeo

Firma del responsable del chequeo: firma de la persona que realizo el chequeo

Marque con una x el estado: se desarrolló con el objetivó de calificar los ítems en el chequeo

Observaciones: la persona encargada del chequeo puede dar sus observaciones que se tendrán en cuenta en futuros mantenimientos

Descripción: aquí se enunciarán los ítems del chequeo

Lista de chequeo divisora boleadora

Tabla 15
Formato de lista de chequeo de divisora boleadora

Fecha:	LISTA DE CHEQUEO DIVISORA BOLEADORA INDUSTRIAL	METALMECANICA CHAVEZ HNOS S.A.S NIT 900.816.475-2
Codigo:		
Version:		
Pagina:		

REALIZADO POR : CARGO:	FIRMA DEL RESPONSABLE DEL CHEQUEO

Marque con X el estado	**C**=Cumple	**CP**=cumple parcialmente	**NC**=no cumple

DESCRIPCION	C	CP	NC	Observaciones
la maquina se encuentra correctamente fijado				
Proteccion completa del equipo y en buenas condiciones				
Enchufes en buen estado				
Fusibles en buen estado sin intervencion				
Cable de alimentacion de energia en buen estado				
Sensores funcionando				
Pantalla de control funcionando				
No vibra				
Banda transportadora en buen estado				
Chequeo visual en busca de agujeros o grietas				
Mecanismos que se atoran				
Divide la masa según su programacion				
Boton de emergencia funcionando				
Sistema de ilumincion eficiente				
Buena limpieza en superficie externa e interna				
se evidencia equipos de seguridad contra incendios				
Luz piloto en buenas condiciones				
Pasillos y vias alrededo no obtruidas				
cable de pantalla en buen estado				
Buena calibracion				

Nota. Elaboración propia

Lista de chequeo de amasadora industrial

Tabla 16

Formato de lista de chequeo de amasadora industrial

Fecha:	LISTA DE CHEQUEO AMASADORA INDUSTRIAL	METALMECANICA CHAVEZ HNOS S.A.S NIT 900.816.475-2
Codigo:		
Version:		
Pagina:		

REALIZADO POR : CARGO:	FIRMA DEL RESPONSABLE DEL CHEQUEO

Marque con X el estado	**C**=Cumple	**CP**=cumple parcialmente	**NC**=no cumple

DESCRIPCION	C	CP	NC	Observaciones
la maquina se encuentra correctamente fijado				
Proteccion completa del equipo y en buenas condiciones				
Enchufes en buen estado				
Fusibles en buen estado sin intervencion				
Cable de alimentacion de energia en buen estado				
Luz piloto en buenas condiciones				
Guarda de seguridad en buen estado				
Maquina no vibra				
velocidad del motor correcta				
No se recalienta				
Buena limpieza				
Chequeo visual en busca de agujeros o grietas				
Mecanismos que se atoran				
Boton de emergencia funcionando				
se evidencia equipos de seguridad contra incendios				
Ruedas sin desgaste				

Nota. Elaboración propia

Formato Lista de chequeo de cilindradora refinadora industrial

Tabla 17

Formato de lista de chequeo de cilindradora industrial

Fecha:	LISTA DE CHEQUEO CILINDRADORA REFINADORA INDUSTRIAL	METALMECANICA CHAVEZ HNOS S.A.S NIT 900.816.475-2
Codigo:		
Version:		
Pagina:		

REALIZADO POR : CARGO:	FIRMA DEL RESPONSABLE DEL CHEQUEO

Marque con X el estado	**C**=Cumple	**CP**=cumple parcialmente	**NC**=no cumple

DESCRIPCION	C	CP	NC	Observaciones
la maquina se encuentra correctamente fijado				
Proteccion completa del equipo y en buenas condiciones				
Enchufes en buen estado				
Fusibles en buen estado sin intervencion				
Cable de alimentacion de energia en buen estado				
Luz piloto en buenas condiciones				
Cilindro en buen estado				
Tapas protectoras ajustadas				
Maquina calibrada				
No presenta vibracion				
Buena limpieza				
Chequeo visual en busca de agujeros o grietas				
Mecanismos que se atoran				
Boton de emergencia funcionando				
se evidencia equipos de seguridad contra incendios				

Nota. Elaboración propia

Formato orden de trabajo

Tabla 18

Formato de orden de trabajo

METALMECANICA CHAVEZ HNOS S.A.S NIT 900.816.475-2		METALMECANICAS CHAVEZ HNOS S.A.S DIRECCION: CALLE 7 CR 7 A 1 22 BARRANQUILLA-ATLANTICO				
ORDEN DE TRABAJO	AREA:	UBICACIÓN:			PAGINA:	
		TIPO DE MANTENIMIENTO:	CORRECTIVO ☐	EMERGENTE ☐	PRIORIDAD:	
			PREVENTIVO ☐	PREDICTIVO ☐		
NUMERO DE ORDEN:	Fecha de solicitud:	TIPO DE TRABAJO:				
Solicitado por:_____			nivel del mantenimiento			
Fecha:	Autorizador por:_____		nivel 1 ☐	nivel 2 ☐	nivel 3 ☐	
Area:			nivel 4 ☐	nivel 5 ☐		
Equipo:	Asignado a: _____		Tiempo asignado:			
Codigo:	Cargo:		Fecha de entrega:			
1. CAUSA PRINCIPAL DEL MANTENIMIENTO						
2. TRABAJO A EJECUTAR :						
3. REPORTE TECNICO :						
4. DESCRIPCION DEL TRABAJO EJECUTADO:						
5. REPUESTO E INSUMOS UTILIZADOS						
DESCRIPCION		CANT	REFERENCIA	VALOR		
TOTAL:						
TOTAL MANO DE OBRA:						
6. INDICACIONES DE SEGURIDAD:						
7						
7. RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES:						
EVALUACION DEL SERVICIO						
EXCELENTE ☐	MUY BIEN ☐	BIEN ☐	REGULAR ☐	MALO ☐	PESIMO ☐	
RECIBO DE CONFORMIDAD						
NOMBRE		FIRMA:				

Nota. (Elaboración propia)

El formato que se desarrolló para orden de trabajo en la empresa metalmecánica chavez hnos s.a.s contiene:

Área: es el departamento que solicito el mantenimiento, por lo general es el área de producción

Numero de orden: el numero de la orden representa una secuencia

Fecha de solicitud: esta fecha corresponde en el momento en el que el área solicito el servicio de mantenimiento

Ubicación: corresponde el lugar de la planta donde se ejecutará la orden

Página: es el número de folio de la orden

Tipo de mantenimiento: representa que tipo de mantenimiento se llevara acabo

Tipo de trabajo: el tipo de trabajo corresponde a si el trabajo a realizar es mecánico, eléctrico, hidráulico, neumático, electrónica, intrínseca o extrínseca

Solicitado por: corresponde a la persona que solicita el mantenimiento

Autorizado por: corresponde a la persona que autoriza el mantenimiento en la mayoría de los casos es el ingeniero o coordinador de mantenimiento

Asignado a: corresponde a la persona o a la contratista que le fue asignado el proyecto

Nivel de mantenimiento: corresponde a una escala jerárquica

Tiempo asignado: es el tiempo que durara la ejecución del mantenimiento

Fecha de entrega: es la fecha para entregar la ejecución finalizada

Causa principal del mantenimiento: son los síntomas por lo cual se genera mantenimiento

Trabajo a ejecutar: es el trabajo que el técnico o contratista realizara

Descripción del trabajo ejecutado: es el trabajo que el técnico o contratista realizo en esta sección se mencionan aquellas averías o fallas que no se mencionan al inicio

Reporte técnico: en esta sección el técnico da un reporte del estado de las maquinas

Repuesto e insumos utilizados: corresponde a una descripción y cantidad de los implementos y repuesto que se utilizaron donde se evidenciara el costos unitario y total de cada elemento, así como el costo total de la mano de obra.

Indicaciones de seguridad: cuando el técnico o la contratista termina el mantenimiento indica al personal a cargo el modo correcto de operar la maquina

Recomendaciones y observaciones: el técnico o la contratista da una serie de recomendaciones para futuros mantenimientos.

Evaluación del servicio: es el grado de satisfacción al realizar un buen trabajo

Recibo de conformidad: es la persona a cargo de recibir en perfectas condiciones la máquina.

Formato solicitud de mantenimiento

Tabla 19

Formato de solicitud de mantenimiento

METALMECANICA CHAVEZ HNOS S.A.S NIT 900.816.475-2		METALMECANICAS CHAVEZ HNOS S.A.S DIRECCION: CALLE 7 CR 7 A 1 22 BARRANQUILLA-ATLANTICO	
SOLICITUD SERVICIO DE MANTENIMIENTO			
Fecha:		codigo:	
Hora:		Pagina:	
Servicio solicitado: _____			
Dependencia solicitante:		Horario disponibilidad:	
Nombre del solicitante:	Cargo:	Telefono:	
Descripcion del servicio de mantenimiento			
Datos del equipo:			
Nombre:		Codigo:	
Nombre y firma de quien reporta		Autorizado por:	

Nota. (Elaboración propia)

Donde:

Fecha y hora: corresponde a la fecha y la hora en que se realiza la solicitud

Código: corresponde al número de carpeta donde se almacena este formato

Página: número de página del formato (pág. 1 de 1)

Servicio solicitado: es el tipo de servicio por el cual se hace la solicitud (preventivo-correctivo)

Dependencia solicitante: es el área el edificio y la oficina que realiza la solicitud.

Nombre del solicitante, cargo, teléfono: son los datos de la persona que realiza la solicitud.

Descripción del servicio de mantenimiento: breve descripción de lo que planea ejecutar.

Datos del equipo: son los datos del equipo y su código

Revisado jefe inmediato: es la primera persona que está a cargo del mantenimiento

Autorizado por: es la persona que da el aval para iniciar el proceso

Gestión de repuestos

Para la gestión de repuesto se planificara la compra de repuestos, con el objetivó de mantener un stock optimo.

Formato lista control de repuesto

Para llevar a cabo un control de los repuestos utilizados, se desarrolló el siguiente formato tabla 20

Tabla 20

Formato de control de repuesto

METALMECANICA CHAVEZ HNOS S.A.S NIT 900.816.475-2		LISTA CONTOL DE REPUESTO		
		Codigo:		Version:
		Fecha:		Pagina:
Descripcion	Ref	Cantidad	pendiente	observaciones

Nota. (elaboración propia)

Fecha: fecha donde se lleva a cabo el control

Código: corresponde al número donde esta guardada la carpeta de este formato

Página: numero de la pagina

Versión: versión del formato

Descripción: nombre del repuesto que se va a utilizar

Ref.: referencia del repuesto

Cantidad: cuantas unidades se utilizará

Pendiente: esta casilla se llenará en el caso de que no haya repuesto en stock

Observaciones: se identificará si el repuesto es consumible

Gestión de fallas

Es indispensable gestionar la avería o fallo a través de una metodología que sirva como aprendizaje de experiencias pasadas, por medio de registros .

Formato de informe de avería o fallo

Para llevar a cabo un control de informe de avería, se desarrolló el siguiente formato

Tabla 21
Formato de informe de avería

INFORME DE AVERIA		
METALMECANICA CHAVEZ HNOS S.A.S NIT 900.816.475-2	INFORME DE AVERIA N°_____ DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO BARRANQUILLA-COLOMBIA	
fecha:	pagina:	Version:
INFORMACION GENERAL		
Empresa:		
Direccion:	Telefono:	
Responsable del reporte:		
Cargo:	Email:	
INFORMACION DEL EQUIPO		
Equipo:	Marca:	Codigo:
Asignado a:	Modelo:	
Informacion falla		
Descripcion de averia	Causa averia	
Estado del equipo		
Sellos de seguridad si ☐ no ☐ Rayones si ☐ no ☐ Golpes si ☐ no ☐ Fracturas si ☐ no ☐		
REPORTE N°:	REPORTADO POR:	
RECIBIDO:	Codigo:	

Nota. (elaboración propia)

Bitácora de mantenimiento preventivo

Para llevar a cabo un control del mantenimiento preventivo se diseñó una bitácora de mantenimiento que se puede observar en la tabla 22

Tabla 22

Registro de mantenimiento preventivo

METALMECANICA CHAVEZ HNOS S.A.S
NIT 900.816.475-2

BITACORA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Fecha	Numero OT	Nombre del tecnico y/o contratista			Tiempo estimado	fecha de finalizacion	Observaciones	Firma

Nota. (elaboración propia)

Donde:

Fecha: fecha en la que se realiza el mantenimiento

Numero de OT: es el numero de la orden de trabajo

Nombre del técnico y/o contratista: es el nombre de la persona o contratista encargada de hacer el mantenimiento preventivo

Tiempo estimado: tiempo que tomo la ejecución del mantenimiento

Fecha de finalización: fecha de finalización del mantenimiento

Observaciones: observaciones por los encargados de los mantenimientos

Firma: firma de la persona encargada de recibir las maquinarias

Bitácora de mantenimiento correctivo

Para llevar a cabo un control del mantenimiento preventivo se diseñó una bitácora de mantenimiento que se puede observar en la tabla 23

Tabla 23
Registro de mantenimiento correctivo

Nota. (elaboración propia)

Donde:

Fecha: fecha en la que se realiza el mantenimiento

Numero de OT: es el numero de la orden de trabajo

Descripción del servicio de mantenimiento: se describe que tipo de servicio se realizó en el correctivo

Área: área en el que se desarrolló el mantenimiento.

Prioridad: que tipo de prioridad es alta, media o baja.

Quien solicita: quien solicito el mantenimiento

Quien realizo: la persona que presto el servicio el técnico o/y contratista

Fecha de finalización: fecha de finalización del mantenimiento

Socialización de formatos

Durante la jornada de socialización se convocó a una reunión donde se capacito a todos los integrantes del área de mantenimiento donde se expuso las nuevas estrategias de mejoramiento de acuerdo a los hallazgos encontrados.

Figura 21

Socialización de estrategias de mantenimiento al jefe de producción

Nota. Elaboración propia

Requisitos para implementar un sistema de mantenimiento

Obtener la aprobación de los lideres de mantenimiento y el respaldo de la gerencia antes de la implementación, informar la obligación y esfuerzo que están haciendo para que el proyecto funcione.

Para que el sistema sea eficaz, debemos capacitar al personal y mantener una buena comunicación de todos los cambios efectuados en el sistema de mantenimiento industrial.

La dirección de metalmecánica Chávez después de analizar la propuesta está convencida de las ventajas del mantenimiento preventivo como pilar para la optimización del proceso de planificación, elaboración y ejecución del plan de mantenimiento, aunque la dirección no espera éxitos a corto plazo o demasiados pronto.

Frecuencia de mantenimiento de maquinaria

Tabla 24
Frecuencia de mantenimiento horno industrial

Actividad de mantenimiento	Frecuencia
Limpieza externa e interna intensiva	Quincenal
Lubricación de rodamientos y cadena	Quincenal
Revisión y limpieza de registro de humo	semestral
Mantenimiento a motor eléctrico	semestral
Revisión de panel eléctrico	quincenal

Nota. Elaboración propia

Tabla 25

Frecuencia de mantenimiento de divisora boleadora industrial

Actividad de mantenimiento	Frecuencia
Limpieza externa e interna intensiva	Quincenal
Lubricación de rodamientos y cadena	quincenal
Verificación de estado y limpieza de parte eléctrica utilizando un aireador blower	quincenal
Limpieza de banda transportadora	Diariamente
Mantenimiento motor eléctrico	semestral

Nota. Elaboración propia

Tabla 26

Frecuencia de mantenimiento de cilindros refinadores

Actividad de mantenimiento	frecuencia
Limpieza externa e interna intensiva	quincenal
Lubricación de rodamientos y cadena	quincenal
Limpieza y verificación de parte eléctrica	semestral
Calibración	quincenal
Mantenimiento de motores eléctricos	semestral

Nota. Elaboración propia

Tabla 27

Frecuencia de mantenimiento de amasadora industrial

Actividad de mantenimiento	frecuencia
Limpieza externa e interna intensiva	quincenal
Lubricación de rodamientos y cadena	quincenal
Calibración	quincenal
Mantenimiento de motores eléctricos	semestral
Verificar y ajustar tapa protectora	mensual

Nota. Elaboración propia

Capítulo 5

ANALISIS E INTERPRETACION DE RESUTADOS

En este capítulo se analizará los resultados obtenidos de los capítulos anteriores y se harán algunas recomendaciones

Codificación de maquinaria

Figura 24
Codificación del cilindro refinador

Nota. Elaboración propia

Codificación horno industrial

La empresa tiene a su cargo 5 hornos industriales donde se implementó la siguiente codificación para su fácil identificación

1. PRHR1-1. Horno numero 1
2. PRHR2-1 Horno numero 2
3. PRHR3-1 Horno numero 3
4. PRHR4-1 Horno numero 4
5. PRHR5-1 Horno numero 5

Codificación divisora boleadora

La empresa tiene a su cargo una divisora boleadora donde se implementó la siguiente codificación para su identificación

1. PRDB1-1

Codificaciones amasadoras industriales

La empresa tiene a su cargo una amasadora industrial donde se implementó la siguiente codificación para su identificación

1. PRAM1-1

Codificación de cilindro refinador

La empresa tiene a su cargo 3 cilindros refinador donde se utilizará la siguiente codificación para su identificación

1. PRCE1-1. Cilindro numero 1
2. PRCE2-1. Cilindro numero 2
3. PRCE3-1. Cilindro numero 3

Resultado de la actualización de la gestión documental

Gracias a la creación y actualización de la gestión documental, el área de mantenimiento es más eficiente en el uso de la información ya que coordina y controla las actividades específicas dentro de la empresa y además se lleva el seguimiento y control de las actividades que deben realizarse cada cierto tiempo y las metas establecidas por el área de mantenimiento. A continuación, en la (figura 26-28) se puede observar algunos formatos diligenciados.

Figura 26
formato diligenciado de solicitud de mantenimiento

Nota. Elaboración propia

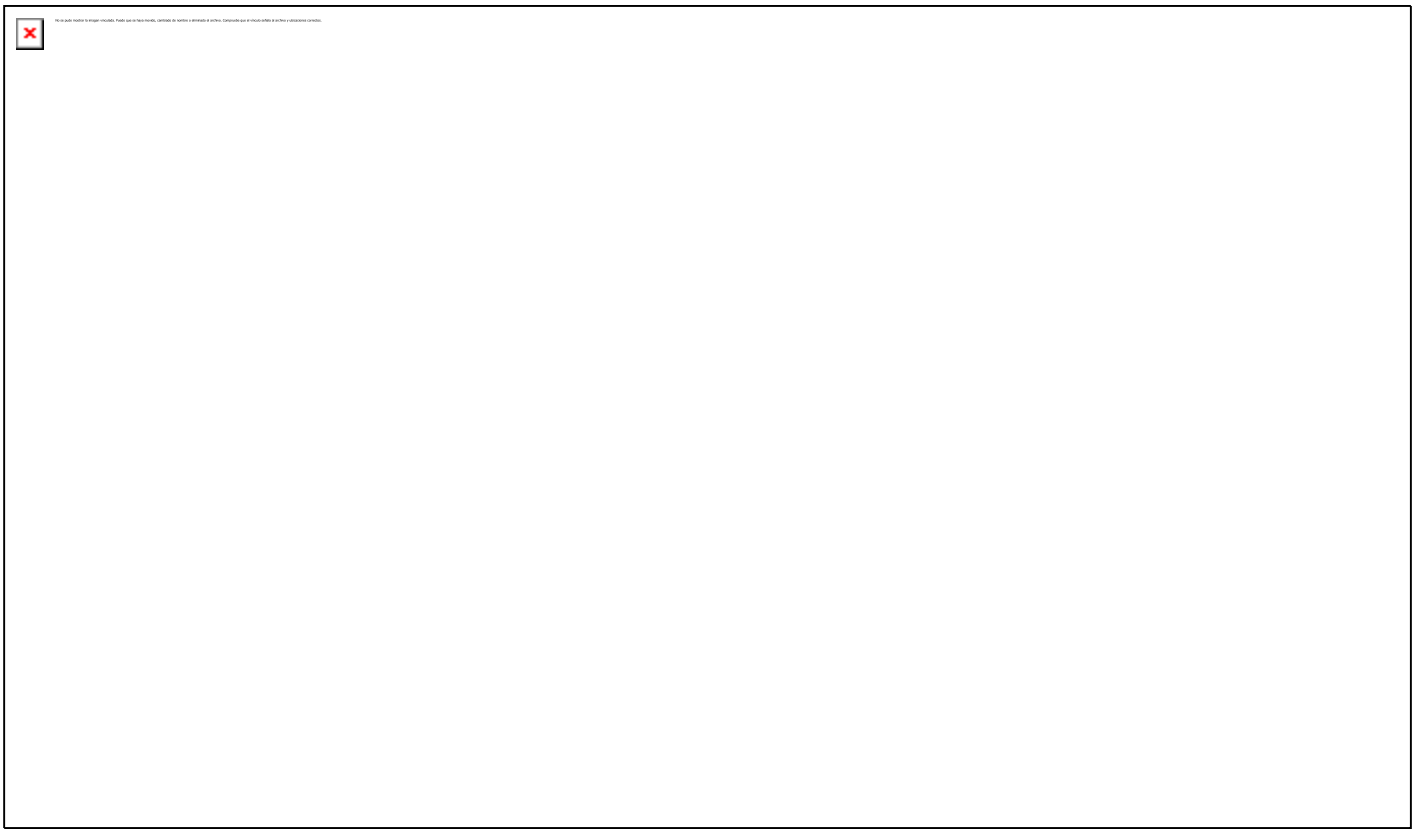
Resultados de la ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo

Las tareas de mantenimiento preventivo se gestionan desde la empresa donde se va desarrollar el plan de mantenimiento, después internamente se lleva un registro, seguimiento y control que la gestión cumpla los requerimientos y ejecuten adecuadamente las actividades de mantenimiento.

Semana a semana se ejecutaron las rutinas establecidas de mantenimiento preventivo en las diferentes sedes siguiendo los cronogramas de mantenimientos establecidos, como primer paso se realizó la asignación del servicio donde se llevaron a cabo las diferentes actividades de mantenimiento y allí mismo se observaron las tareas que debieron ser ejecutadas, así como también los registros de novedades encontradas durante el proceso.

En la figura 29, se puede evidenciar un histórico de mantenimiento preventivo registrado en la bitácora de mantenimiento, donde se evidencia información durante 4 meses.

Figura 29
Registro de mantenimiento preventivo



Nota. Elaboración propia

Resultados de la ejecución de las actividades de mantenimiento correctivo

Así como se lleva un registro de actividades de mantenimiento preventivo también se lleva un registro de mantenimiento correctivo figura 30.

Los reportes son evaluados, a continuación pasan a su ejecución desde el momento en que se da la orden dando cumplimiento en el tiempo establecido, cabe resaltar que en temas de reportes de fallos imprevistos los tiempos de solución pueden tomar algo de tiempo debido a la gravedad de la avería

Figura 30
Registro de mantenimiento correctivo

Nota. Elaboración propia

Análisis de los puntos críticos identificados por los NPR mediante metodología amef

Análisis de puntos críticos y estrategias utilizadas en horno industrial

En la tabla 9 se observó los puntos críticos calculados, a continuación, en la tabla se evidenciarán que acciones se tomaron para disminuir el valor y optimizar los planes de mantenimiento.

Tabla 28
acciones tomadas y nuevo NPR calculado

Modo de fallo	Causa	Acción	Nuevo NPR calculado
El horno no gira	las correas cumplieron las 25000 horas de utilidad y se rompieron	cambiar las correas cada 24000 horas de trabajo o cada 3 años	18
El horno suena	falta de lubricación	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento donde se analizará el estado técnico en el que se encuentra la maquinaria con el fin de comparar el escenario actual con un escenario ideal	24
La puerta no cierra	la cerradura esta dañada	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento donde se analizará el estado técnico en el que se encuentra la maquinaria con el fin de comparar el escenario actual con un escenario ideal	48
El horno no enciende	enchufes en mal estado	reemplazar los enchufes y verificar estado cada 3 meses	18
Las protecciones de activan	cables no aislados	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento donde se analizará el estado técnico en el que se encuentra la maquinaria con el fin de comparar el escenario actual con un escenario ideal	12
El motor no arranca	motor quemado	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento donde se analizará el estado técnico en el que se encuentra la maquinaria con el fin de comparar el escenario actual	28

		con un escenario ideal	
La tarjeta no funciona	contactos de alimentación de la tarjeta sulfatados	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento donde se analizará el estado técnico en el que se encuentra la maquinaria con el fin de comparar el escenario actual con un escenario ideal	48
Sensores marcan error	los sensores están dañados	reemplazar sensores y hacer manteniendo cada 3 meses	160
Poca presión por válvula solenoide	válvula solenoide en mal estado	Reemplazar válvula cada 3 años	160
Poca presión por fuga de gas	fuga de gas por tubería rota o con porosidades	implementar un plan de chequeo una vez al mes	5

Nota. Elaboración propia

Análisis de puntos críticos y estrategias utilizadas en amasadora industrial

En la tabla 10 se observó los puntos críticos calculados, a continuación, en la tabla se evidenciarán que acciones se tomaron para disminuir el valor y optimizar los planes de mantenimiento.

Tabla 29

Acciones tomadas y nuevo NPR calculado

Modo de fallo	Causa	Acción	Nuevo NPR calculado
No gira	la guarda de seguridad esta dañada o no está en correcta posición	Verificar posición de guarda y el switch de guarda	7
No tiene fuerza	las bandas están flojas	Abra la tapa superior y revise que las bandas estén correctamente ajustadas	42
La máquina suena	falta de lubricación	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento donde se	8

		analizará el estado técnico en el que se encuentra la maquinaria con el fin de comparar el escenario actual con un escenario ideal	
Temperatura muy alta	Verificar los kg de carga que se colocan en la amasadora	capacitación del operador	40
El equipo no enciende	Protector térmico dañado	Verificar continuidad de protector térmico	140
La máquina enciende, pero no inicia	botón de inicio deteriorado	verificar funcionamiento del botón por el operador y manifestar al área de mantenimiento	7
El paro de emergencia no funciona	Botón de paro deteriorado	verificar funcionamiento del botón por el operador y reemplazar y manifestar al área de mantenimiento	10
Los cables están recalentados	No llega el correcto voltaje eléctrico o corto circuito	Verificar voltaje de instalación eléctrica semanalmente	140

Nota. Elaboración propia

Análisis de puntos críticos y estrategias utilizadas en cilindros refinadores

En la tabla 11 se observó los puntos críticos calculados, a continuación, en la tabla se evidenciarán que acciones se tomaron para disminuir el valor y optimizar los planes de mantenimiento.

Tabla 30
Acciones tomadas y nuevo NPR calculado

Modo de fallo	Causa	Acción	Nuevo NPR calculado
No giran los cilindros	piñones desgastados	Aplicar mantenimiento correctivo	7
La velocidad disminuye	las correas están flojas	Abrir las tapas laterales y	42

		revisar que las correas estén correctamente ajustadas	
La máquina suena	falta de lubricación o partes sueltas	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento donde se analizará el estado técnico en el que se encuentra la maquinaria con el fin de comparar el escenario actual con un escenario ideal	8
El equipo no enciende	no llega el correcto voltaje eléctrico	Verificar la instalación eléctrica una vez al mes	140
La máquina enciende, pero no inicia	botón de inicio deteriorado	verificar funcionamiento del botón por el operador y manifestar al área de mantenimiento	7
El paro de emergencia no funciona	botón de paro deteriorado	verificar funcionamiento del botón por el operador y manifestar al área de mantenimiento	7
Las protecciones se activan	corto circuito, cables mal aislados	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento donde se analizará el estado técnico en el que se encuentra la maquinaria con el fin de comparar el escenario actual con un escenario ideal	12

Nota. Elaboración propia

Análisis de puntos críticos y estrategias utilizadas en divisora boleadora

En la tabla 11 se observó los puntos críticos calculados, a continuación, en la tabla se evidenciarán que acciones se tomaron para disminuir el valor y optimizar los planes de mantenimiento.

Tabla 31

Acciones tomadas y nuevo NPR calculado

Modo de fallo	Causa	Acción	Nuevo NPR calculado
No inicia el proceso	poleas en mal estado	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento donde se analizará el estado técnico en el que se encuentra la maquinaria con el fin de comparar el escenario actual con un escenario ideal	14
La máquina vibra mucho	maquina descalibrada	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento donde se analizará el estado técnico en el que se encuentra la maquinaria con el fin de comparar el escenario actual con un escenario ideal	30
La máquina suena	falta de lubricación	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento donde se analizará el estado técnico en el que se encuentra la maquinaria con el fin de comparar el escenario actual con un escenario ideal	36
La cadena se sale de los piñones	cadena muy larga	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento donde se analizará el estado técnico en el que se encuentra la maquinaria con el fin de comparar el escenario	16

		actual con un escenario ideal	
El equipo no se enciende	no llega el correcto voltage	Verificar la instalación eléctrica una vez al mes	14
La pantalla no enciende	cable de alimentación en mal estado	verificar cable de alimentación de pantalla semestralmente	20
El paro de emergencia no funciona	botón de paro de emergencia deteriorado	verificar funcionamiento del botón por el operador y manifestar al área de mantenimiento	42
Las protecciones se activan	corto circuito debido a cables en mal estado	reemplazar el sistema eléctrico	48
La tarjeta no funciona	contactos de alimentación de la tarjeta sulfatados	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento donde se analizará el estado técnico en el que se encuentra la maquinaria con el fin de comparar el escenario actual con un escenario ideal	48
Sensores marcan error	los sensores están dañados	reemplazar sensores y mantenimiento una vez al mes	160
El producto sale imperfecto	mala programación en el software de la maquina	capacitación a los operadores	40

Nota. Elaboración propia

Evaluación de los objetivos

Basado en el desarrollo del proyecto y los resultados descriptos, se logra constatar que los objetivos establecidos fueron desarrollados, siendo esta sección la evaluación de cada uno.

Objetivo 1. Se evaluó la gestión analizando los planes de mantenimientos preventivos y correctivos empleados, así como una clasificación de los diferentes equipos y maquinaria tomando como base un aspecto cualitativo para aplicar un análisis de modos y efectos de falla para identificar los puntos críticos.

Objetivo 2. Tomando como base los puntos críticos y la evaluación de la gestión del mantenimiento se generaron nuevas estrategias de mantenimiento de acuerdo a los hallazgos encontrados, socializando estas estrategias a los lideres del área de mantenimiento.

Objetivo 3. Se actualizo toda la documentación y los procedimientos evidenciando en este documento todas las actividades desarrolladas en el periodo de desarrollo de la pasantía.

Conclusión

1. El apoyo fundamental para generar esta optimización fue la experiencia del personal a cargo y la solidez de las técnicas empleadas, la empresa no contaba con mucha información de mantenimientos anteriores, esto obligó a desarrollar el proceso de levantamiento desde cero

2. La falta de planificación en el departamento de mantenimiento solo permitía realizar acciones inicialmente reactivas y solo algunas pequeñas intervenciones eran preventivas. Se entendió entonces la necesidad de la recopilación de información no solo para facilitar la planificación, sino también la ejecución, control y evaluación del mantenimiento, elevando el compromiso del personal del área de mantenimiento para prestar un servicio de calidad.

3. En el proceso de optimización se generaron frecuencias ajustadas a las necesidades de mantenimiento para cada una de las maquinas usando la información suministrada por los fabricantes, los proveedores y la experiencia del personal de mantenimiento. Este cruce de datos permitió seleccionar los tiempos adecuados de intervención y definir claramente las tareas a realizar.

4. El análisis del estado actual usando el análisis de modos de falla permitió identificar diversos puntos críticos representados en elevados valores de NPR en las maquinas, estos permitieron determinar no solo los formatos y actividades requeridas, sino también evaluar las tareas realizadas y realizarles la respectiva actualización.

Referencias

Arias cerdas, F. a. (2016). *realizacion de la ingenieria de mantenimiento para los productos que la empresa de basculas y balanzas pesa matic s.a.s comercializadora.* Villa del rosario : Universidad de pamplona.

Bauuman. (30 de noviembre de 2020). *Para que sirve una divisora boleadora*. Obtenido de Bauuman: https://www.bauuman.com/para-que-sirve-una-divisora-boleadora/

Bermeo Sarmiento , H. S., & Toapanta Vega, R. E. (2021). *diseño y construcción de un prototipo de cámara de fermentación controlada y orientada al mejoramiento en la línea de producción de pan.* cuenca: Universidad salesiana.

Bernal Matute, A. A. (2012). *Manejo y optimización de las operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo en taller automotri.* Guayaquil: Escuela superior polictenica del litoral.

Borroto Pentón, y., Llanes, A. A., & Duménigo Sierra, M. A. (2013). *Evaluacion y control del mantenimiento.* Villa Clara, cuba: Feijóo.

Carrillo suarez, J. a. (2018). *analisis de modos y efectos de falla a la maquinaria de produccion de la empresa iversiones galvis s.a.s.* Villa del rosario norte de santander: Universidad de pamplona.

Castañeda pretel, G. a. (2021). *optimizacion de la gestion del mantenimiento en maquinas perforadoras en la empresa consorcio jm sac. sede tantahuaatay.* Chiclayo, peru: Universidad catolica santo toribio de mogrovejo.

cmms. (s.f.). *Qué es el Número de prioridad del riesgo*. Obtenido de consultaria y servicios para optimizar la gestion: https://cmms.pe/que-es-el-numero-de-prioridad-del-riesgo-2/#:~:text=El%20N%C3%BAmero%20de%20Prioridad%20de,a%20dar%20prioridad%20a%20los

Gonzales alvarado, A. c. (2021). *Ejecucion del programa de mantenimiento preventivo y correctivo establecido por el servicio biomedico de la empresa vhm ingenieria s.a.s para los equipos y dispositivos medicos manejados en los servicios asistenciales de la e.s.e hospital san juan de dios.* Pamplona norte de santander: Universidad de pamplona.

Herrera murales, M. m. (2007). *manual de mantenimiento preventivo para equipos de panificadora buenavista.* Guatemala: Universidad san carlos de guatemala.

Leyton castillo, L. a. (2018). *Plan de mantenimiento predictivo del sistema de vapor para reduccion de perdidas de hogazas en la linea de produccion de panes- panificadora bimbo s.a.* callao: Universidad nacional del callao.

Machaca condori, E. a. (2021). *plan de mantenimiento para optimizar la confiabilidad de las maquinas de la empresa panaderia pastelereria mil hojas.* Arequipa: Universidad autonoma san francisco.

Maldonado arias, C. v., & Pillajo quijia, G. p. (2009). *Manual de ingenenieria para la panificadora industrial arenas.* Quito: Escuela politecnica nacional.

Polin group. (2014). *Rotoavant hr.* ITALIA: POLIN GROUP.

Rondon perez, f. a. (2021). *conceptos generales en gestion del mantenimiento industrial.* bucaramanga: Universidad Santo Tomás.

Sanabria bohorquez, O. e. (2022). *Implementacion del plan de mantenimiento programado basado en un arbol logico de desiciones en la empresa emcorinto e.s.p.* Pamplona norte de santander: Universidad de pamplona.