



UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO MEDIANTE EL USO DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA EL CORRECTO DESEMPEÑO DE MÁQUINAS INDUSTRIALES.

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Autor

López Acurio Jefferson Alexander

Tutor

Msc. Sarmiento Ortiz Fabián Alberto

QUITO– ECUADOR
2023

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo Jefferson Alexander López Acurio declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre **“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO MEDIANTE EL USO DE UNA HERRAMIENTA INFORMATICA PARA EL CORRECTO DESEMPEÑO DE MÁQUINAS INDUSTRIALES”**, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 24 días del mes de Agosto de 2023, firmo conforme:

Autor: Jefferson Alexander López Acurio

Firma: 

Número de Cédula: 1723646129

Dirección: Pichincha, Quito, Quitumbe.

Correo Electrónico: jeffersonlp841@gmail.com

Teléfono: 0959887760

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO MEDIANTE EL USO DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA EL CORRECTO DESEMPEÑO DE MÁQUINAS INDUSTRIALES**” presentado por Jefferson Alexander López Acurio, para optar por el Título Ingeniero Industrial,

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Lectores que se designe.

Quito, 24 de Agosto del 2023

.....
Ing., Sarmiento Ortiz Fabian Alberto
Tutor

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 24 de Agosto del 2023



.....
Jefferson Alexander López Acurio
C.I.: 1723646129

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: **“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO MEDIANTE EL USO DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA EL CORRECTO DESEMPEÑO DE MÁQUINAS INDUSTRIALES”**, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Quito, 24 de Agosto del 2023

.....

ING. SOTAMINGA CINILIN MARCELO JAVIER
LECTOR

.....

ING. RON VALENZUELA PABLO ELICIO
LECTOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia que siempre me ha apoyado, a mi novia por que está en las buenas y malas la que me motiva a ser mejor en la vida, a Dios por darme vida y poder hacer posible cumplir mis sueños

AGRADECIMIENTO

Agradezco a cada persona que me ha apoyado

Para ser una mejor persona a mis docentes,

Que me han dado el conocimiento para poder

Llegar hasta donde estoy y poder aplicarlo en

Mi diario vivir.

INDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iv
APROBACIÓN DE LECTORES	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
RESUMEN EJECUTIVO	xiv
CAPÍTULO I	14
INTRODUCCIÓN	14
Antecedentes:.....	16
Justificación:.....	17
Objetivo general:.....	18
Objetivos Específicos:.....	18
CAPÍTULO II	19
INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	19
Área de estudio	27
Modelo operativo	27
CAPÍTULO III	30
PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS	30
Plan de Mantenimiento.....	30
Indicadores	30
Criterios para la selección de la herramienta informática	31
Comparación de softwares para el uso de la herramienta informática	32
Matriz de criterio para seleccionar la herramienta informática	33
Análisis de herramientas informáticas	34
Entidades y Atributos	35
Elaboración de la herramienta informática en Microsoft Access	39
Simulación.....	50
Plan de mantenimiento simulado	60
Propuesta de mejora	62
Resultados esperados	63
Cronograma de actividades	64

Análisis de costos.....	65
CAPÍTULO IV.....	67
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFIA	69
ANEXOS	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Programas de mantenimiento utilizados a nivel mundial	15
Tabla 2 Costos de los programas	15
Tabla 3 Preguntas para la encuesta	20
Tabla 4 Matriz de priorización de criterios	33
Tabla 5 Tabla de aprobación	34
Tabla 6 Priorización de alternativas mediante una matriz.....	35
Tabla 7 Proyección del resultado esperado con la implementación de la herramienta informática	64
Tabla 8 Cronograma de actividades para la implementación de la herramienta informática	64
Tabla 9 Tabla de costos para la implementación de la herramienta informática	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Matriz de priorización	21
Figura 2 Resultado de la pregunta 1.....	22
Figura 3 Resultado de la pregunta 2.....	22
Figura 4 Resultado de la pregunta 3.....	23
Figura 5 Resultado de la pregunta 4.....	24
Figura 6 Resultado de la pregunta 5.....	24
Figura 7 Resultado de la pregunta 6.....	25
Figura 8 Resultado de la pregunta 9.....	26
Figura 9 Ciclo PHVA.....	28
Figura 10 Resultado de la Pregunta 7	31
Figura 11 Entidades y campos para la herramienta informática.....	36
Figura 12 Simbología para la representación de modelos entidad relación	38
Figura 13 Modelo entidad relación de la herramienta informática	39
Figura 14 Tabla en Access Identificación de Máquina	40
Figura 15 Tabla en Access Análisis de Criticidad	40
Figura 16 Tabla en Access Modelos de mantenimiento.....	41
Figura 17 Tabla en Access Sistema Funcional	41
Figura 18 Tabla en Access Actuación ante un fallo.....	42
Figura 19 Tabla en Access Medidas Preventivas	43
Figura 20 Tabla en Access KPIs.....	44
Figura 21 Relación de tablas	45
Figura 22 Elaboración de formulario identificación de máquinas	45
Figura 23 Elaboración de formulario análisis de criticidad.....	46
Figura 24 Elaboración de formulario modelo de mantenimiento	47
Figura 25 Diagrama de flujo de modelos de mantenimiento.....	47
Figura 26 Elaboración de formulario del sistema funcional.....	48
Figura 27 Elaboración de formulario para la actuación ante un fallo	48
Figura 28 Elaboración de formulario de las Medidas Preventivas	49
Figura 29 Elaboración de formulario de los KPIs	50
Figura 30 Módulo de navegación para el plan de mantenimiento	51
Figura 31 Diagrama de flujo para utilizar la identificación de máquinas/equipos/sistemas.....	52
Figura 32 Información registrada en el registro identificación de máquina	52
Figura 33 Diagrama de flujo para utilizar el análisis de riesgo	53
Figura 34 Macro para el análisis de riesgos	54
Figura 35 Información registrada en el registro análisis de criticidad	54
Figura 36 Diagrama de flujo para utilizar modelo de mantenimiento	55
Figura 37 Información registrada en el registro de modelos de mantenimientos	56
Figura 38 Diagrama de flujo para utilizar el sistema funcional.....	56
Figura 39 Información registrada en el registro de sistema funcional	57

Figura 40 Diagrama de flujo para utilizar la actuación ante un fallo	58
Figura 41 Información registrada en el registro de actuación ante un fallo	58
Figura 42 Diagrama de flujo para utilizar medias preventivas	59
Figura 43 Información registrada en el registro de las medidas preventivas.....	59
Figura 44 Elaboración de plan de mantenimiento	60
Figura 45 Información registrada en los KPIs	62
Figura 46 Tabla de datos de las actividades de mantenimiento.....	62

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Link video tutorial de la herramienta informática	70
ANEXO 2 Aprobación de abstract departamento de idiomas	71

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: “DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO MEDIANTE EL USO DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA EL CORRECTO DESEMPEÑO DE MÁQUINAS INDUSTRIALES”

AUTOR(A): Jefferson Alexander López Acurio

TUTOR (A): Ing. Sarmiento Ortiz Fabian Alberto

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de titulación analiza los enfoques convencionales de mantenimiento, tales como el mantenimiento predictivo, correctivo o preventivo que pueden representar gastos significativos y falta de eficiencia en las empresas, permitir que el equipo falle no solo conlleva riesgos de seguridad, sino que también puede desencadenar consecuencias altamente perjudiciales para la producción, la seguridad y la rentabilidad. Para afrontar estos desafíos se tiene como propósito fundamental el diseño de un plan de mantenimiento que optimice el funcionamiento de las máquinas industriales, para ello se realiza una revisión exhaustiva de la literatura relacionada con la gestión de mantenimiento, centrándonos en diversas metodologías existentes. Asimismo, se examinan las herramientas informáticas disponibles para la planificación y seguimiento de las actividades de mantenimiento, identificando tanto sus beneficios como sus limitaciones. La gestión del plan de mantenimiento está basada en la metodología del ciclo PHVA esta herramienta destaca por sus funcionalidades clave, que incluyen la programación de tareas, el seguimiento de indicadores de rendimiento y la generación de informes. Proponiendo un modelo de mejora continua compuesto por las fases de Planificar, Hacer, Verificar y Actuar. Esta metodología es ampliamente utilizada en los programas informáticos de mantenimiento para garantizar que funcionen de manera eficiente y efectiva. Además, se ha validado el plan de mantenimiento y la herramienta informática mediante simulaciones en un entorno industrial. Los resultados obtenidos se presentan, destacando mejoras significativas en la disponibilidad del mantenimiento y en el índice de cumplimiento de la planificación. Estos resultados son fundamentales, ya que demuestran el impacto positivo en la gestión de mantenimiento de una empresa.

DESCRIPTORES: Gestión de mantenimiento, Plan de mantenimiento, Indicadores

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: “DEVELOPING A MAINTENANCE PLAN USING A COMPUTER TOOL TO ENSURE”

AUTOR(A): Jefferson Alexander López Acurio

TUTOR (A): Ing. Sarmiento Ortiz Fabian Alberto

ABSTRACT

This degree work analyzes conventional maintenance approaches, such as predictive, corrective or preventive maintenance, which can represent significant expenses and lack of efficiency in companies. Allowing equipment to fail not only entails safety risks, but can also trigger highly detrimental consequences for production, safety and profitability. To face these challenges, the fundamental purpose is to design a maintenance plan that optimizes the operation of industrial machines. For this purpose, an exhaustive review of the literature related to maintenance management is carried out, focusing on various existing methodologies. Likewise, the computer tools available for planning and monitoring maintenance activities are examined, identifying both their benefits and limitations. The management of the maintenance plan is based on the PHVA cycle methodology, this tool stands out for its key functionalities, which include task scheduling, monitoring of performance indicators and generating reports. Proposing a continuous improvement model composed of the phases of Plan, Do, Check and Act. This methodology is widely used in maintenance software programs to ensure that they operate efficiently and effectively. In addition, the maintenance plan and the computer tool have been validated through simulations in an industrial environment. The results obtained are presented, highlighting significant improvements in maintenance availability and in the planning compliance rate. These results are fundamental, since they demonstrate the positive impact on the maintenance management of a company.

KEYWORDS: Maintenance management, Maintenance plan, Indicato

ANEXO 2
Aprobación de abstract departamento de idiomas

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Los métodos tradicionales de mantenimiento como mantenimiento productivo, correctivo o preventivo pueden ser costosos e ineficaces. Dejar que el equipo falle no solo es peligroso, sino que también puede tener consecuencias catastróficas para la producción, la seguridad y la rentabilidad. Es por eso que el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) y gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO) se ha convertido en una herramienta crucial para maximizar la confiabilidad del equipo y reducir los costos de mantenimiento. Este enfoque sistemático no solo se basa en la comprensión profunda del equipo, sino que también se enfoca en prevenir los fallos y prolongar la vida útil.

El mantenimiento adecuado de maquinaria, equipos y sistemas de producción es esencial para garantizar la continuidad de la producción y la seguridad de los trabajadores. Un plan de mantenimiento preventivo permite evitar averías costosas y paradas no planificadas, lo que aumenta la productividad y reduce los costos operativos. Además, el mantenimiento adecuado prolonga la vida útil de los activos industriales, reduciendo la necesidad de reemplazo y, por ende, disminuyendo la generación de residuos y el impacto ambiental asociado a la fabricación de nuevos equipos

Esto se lo puede llevar a cabo con la ayuda de sistemas informáticos, pero a nivel mundial existen diferentes softwares para llevar una gestión en el área de mantenimiento, estas ayudan a agilizar en la recopilación de datos, analizar los flujos en los trabajos aumenta la productividad y a la vez puede aumentar la vida útil en las máquinas (SafetyCulture, 2023)

Los programas que se utilizan en las industrias tenemos los siguientes

Tabla 1

Programas de mantenimiento utilizados a nivel mundial

Programas para la gestión de mantenimiento
Safety Culture
Máximo
MaintiMizer
MAPCON
Maintenance Connection

Nota: Estos son los programas utilizados a nivel mundial según (SafetyCulture, 2023)

Con los datos obtenidos en los programas dan indicadores con los cuales uno puede mejorar o implementar un plan de mantenimiento, en el Ecuador existen varios tipos de softwares para mejorar el desempeño en el mantenimiento estos pueden ser de elaboración extranjera o nacionalmente.

Según Yaulema , se implementó el software profesional MP9 en una industria alimenticia en Ecuador teniendo un resultando en la reducción de un 12% en los gastos generales en comparación de los años anteriores, de igual manera mejorando su eficacia (Yaulema & Flores, 2020).

Para adquirir los programas informáticos se han averiguado costos de ellos en los cuales difieren en la capacidad de usuarios y que los pagos se los realiza mensualmente, se los puede apreciar en la **Error! Reference source not found.**(SafetyCulture, 2023)

Tabla 2

Costos de los programas

Programas para la gestión de mantenimiento	Costos
Safety Culture	\$ 19 al mes
Máximo	\$164 por usuario / al mes
Mainti Mizer	\$ 35 por usuario / al mes + \$195
MAPCON	\$77 por usuario / al mes
Maintenance Connection	\$60 por usuario / al mes

Nota: Costos por usuario y mes de los programas de mantenimiento según (SafetyCulture, 2023)

Para la implementación de estos programas se debe tener en cuenta los costos que se van a incurrir en la empresa.

A nivel nacional se han encontrado datos de empresas que han implementado los programas informáticos de mantenimiento, pues se implementaron en la Cooperativa De Transporte Noroccidental Cia. Ltda. En la ciudad de Quito un Software para los controles de mantenimientos preventivos también de los correctivos, haciendo que los tiempos de mantenimiento sean más bajos ya que antes lo realizaban en 87.64 minutos y ahora se demoran 25.29 minutos, esto contribuye varios beneficios como la disminución de trabajo humano a 34.25% antes era del 55% (Imbaquingo Morales & Martínez Zambrano, 2014).

Antecedentes:

Cuando no se tienen datos de fallos o algún histórico de las máquinas de repuestos no se puede estructurar un plan de mantenimiento tan eficiente como puede ser el plan de mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) o sistema de gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO), ya que la confiabilidad es la capacidad de que algún equipo, máquina o sistema, tengan más vida útil, que no existan paros en producción (Alberti, 2020)

Los tiempos de parada en un proceso productivo según (Yaulema Pinargote & Flores Liriano, 2021) afecta a la productividad total en una empresa ya que baja la disponibilidad de las máquinas, llevando a suspender las líneas de producción para limpiar o generar una acción correctiva esto puede generar lo que son cuellos de botella.

La GMAO es un sistema de información que se utiliza para gestionar y controlar el mantenimiento de equipos e instalaciones en una empresa. Los orígenes de la gestión del mantenimiento se remontan a la década de 1940, cuando se utilizaban formas manuales de gestión del mantenimiento. Con el tiempo, los sistemas de gestión del mantenimiento se han desarrollado cada vez más para incluir nuevos y avanzados enfoques tecnológicos. Los primeros sistemas de gestión del mantenimiento asistido por ordenador (CMMS) aparecieron en la década de 1960. Desde entonces, estos sistemas

han evolucionado continuamente para convertirse en lo que se conoce hoy como sistemas GMAO. Hoy en día, las GMAO son utilizadas en todo tipo de industrias y son un componente esencial de la gestión moderna de mantenimiento. (Sagnier, 2019)

Adquirir un software para la gestión de mantenimiento nos ayuda a tener un mayor control, pero no existen programas totalmente gratuitos o algunos no tienen suficientes ítems para poder tomar acciones correctivas.

Justificación:

La implementación de un sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO) en una empresa es **importante** porque permite una gestión más eficiente de los recursos, optimiza los tiempos de trabajo y reduce los costos de mantenimiento. Además, el GMAO permite la planificación y organización de las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo, manteniendo un registro histórico de las reparaciones y el desempeño de cada equipo o instalación.

El **impacto** del sistema de GMAO permite identificar rápidamente los problemas, por lo tanto, mejora la eficiencia y la productividad en la empresa. Esto significa que la implementación del GMAO también puede contribuir a mejorar la calidad del producto o servicio que ofrece la empresa al cliente.

Las principales **utilidades** de implementar un sistema de GMAO en una empresa son varias, mayor eficacia en el mantenimiento preventivo y correctivo, reducción de los tiempos de respuesta y de resolución de las averías, menor cantidad de tiempos de inactividad no planificados, aumento de la vida útil de los equipos y/o maquinarias, mejora en la toma de decisiones respecto al mantenimiento, reducción de los costos generales de mantenimiento, mejora la seguridad en el trabajo.

Los **beneficiarios** directos de la implementación del GMAO son los técnicos de mantenimiento y la dirección de la empresa. Los técnicos de mantenimiento se beneficiarán de un trabajo más ordenado y del acceso a la información necesaria para realizar su trabajo de manera efectiva. Por otro lado, la dirección de la empresa se

beneficiará de una mayor confiabilidad y rentabilidad en el proceso de mantenimiento, lo que puede llevar a ofrecer un servicio o producto de mejor calidad a los clientes.

En términos de **factibilidad**, la implementación de un sistema de GMAO es totalmente factible ya que su costo se puede recuperar en poco tiempo debido a la reducción de los costos operativos y la eficiencia en el proceso de mantenimiento. Además, la mayoría de los programas disponibles tienen la capacidad de ser personalizados de acuerdo con las necesidades de la empresa y su tamaño.

Objetivo general:

- Diseñar un plan de mantenimiento mediante el uso de una herramienta informática para el correcto desempeño de máquinas industriales

Objetivos Específicos:

- Generar una encuesta a diferentes empresas mediante forms office para determinar la importancia de implementar una herramienta informática para la gestión de mantenimiento.
- Determinar las necesidades más relevantes en la gestión de mantenimiento mediante una investigación web para conocer el desempeño de la herramienta informática.
- Proponer el diseño de una herramienta informática con la ayuda de programas tecnológicos para elaborar un plan de mantenimiento.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa:

La gestión de mantenimiento se realiza para garantizar la disponibilidad y la fiabilidad de las máquinas y equipos, evitando así interrupciones y paradas no planificadas en la producción. La gestión de mantenimiento permite prevenir averías y problemas, identificar las necesidades de reparación y mantenimiento y asegurar que las máquinas y equipos tengan una vida útil prolongada y eficaz.

Los indicadores son necesarios en la gestión de mantenimiento porque permiten hacer un seguimiento y evaluación del rendimiento del equipo y detectar problemas antes de que se conviertan en fallas más graves. Los indicadores pueden ser utilizados para medir la eficiencia del mantenimiento y la disponibilidad del equipo, lo que ayuda a planificar y asignar los recursos adecuados para el mantenimiento preventivo y correctivo. Además, los indicadores también son útiles para comparar diferentes equipos y para medir el impacto de las mejoras y los cambios en el mantenimiento. (Zambelli, 2022)

El trabajo no se lo va a elaborar para un tema en específico, por lo cual se generará un estudio previo para determinar como una herramienta informática puede causar impacto a la gestión de mantenimiento dentro de una empresa que la quiera implementar.

Para lo cual se va a realizar un estudio a diferentes empresas por medio de un formulario para conocer cuál es su estado actual en la gestión de mantenimiento, cuáles podrían ser las mejoras para implementar en la herramienta informática, esto se lo realizaría mediante un estudio profundizado (Benchmarking).

Las preguntas que se van a realizar de forma detallada son las siguientes:

Tabla 3

Preguntas para la encuesta

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA	
Estas preguntas están dirigidas para las diferentes empresas para conocer su gestión de mantenimiento y como poder implementar en la herramienta informática	
#	Preguntas
1	¿En su empresa cuentan con un plan de mantenimiento?
2	¿Se necesita mejorar la programación y planificación de las actividades de mantenimiento?
3	¿Para la elaboración del plan de mantenimiento, qué modelo de gestión se utilizó?
4	¿En su empresa se ha identificado las máquinas críticas del proceso productivo?
5	¿Consideras que es necesario conocer el desempeño de las máquinas?
6	¿Cuentan con indicadores de mantenimiento para conocer el estado de las máquinas?
7	¿Cuáles crees que son los indicadores más importantes para detectar el desempeño de las máquinas?
8	Si tuvieras la oportunidad de utilizar un gestor de mantenimiento 100% gratuito o de bajo costo, ¿lo utilizarías?
9	¿Cuentas con alguna herramienta informática para el área de mantenimiento?
9.1	¿Qué herramienta informática utilizas actualmente?
9.2	¿Por qué adquiriste esta herramienta informática para la gestión de mantenimiento?
9.3	¿Cuánto le costó adquirir el gestor de mantenimiento?
9.4	¿Has observado mejoras en la gestión de mantenimiento con la adquisición de la herramienta informática? Si es posible, proporciona datos estadísticos.
9.5	¿Has tenido dificultades para visualizar los indicadores en el gestor de mantenimiento o no cumple con las expectativas de funcionalidad que esperabas?

Nota: Elaborado por el investigador

Se realiza una matriz de priorización que se muestra en el siguiente cuadro.

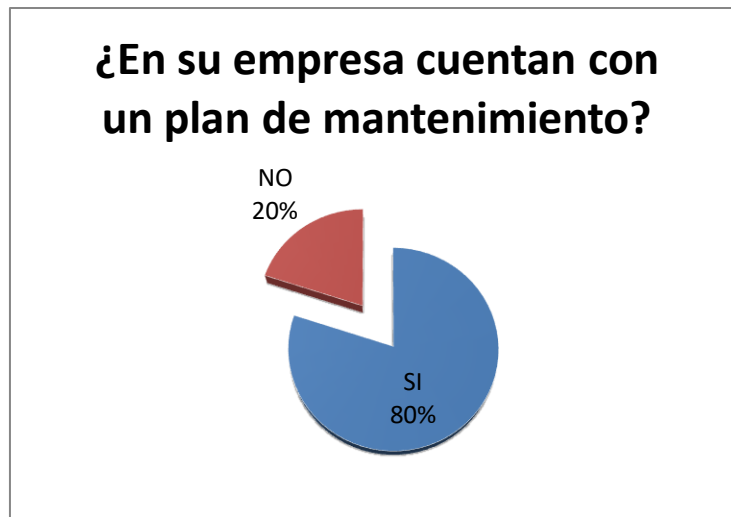
Figura 1
Matriz de priorización

Preguntas	¿En su empresa cuentan con un plan de mantenimiento?	¿Se necesita mejorar la programación y planificación de las actividades de mantenimiento?	¿Para la elaboración del plan de mantenimiento, qué modelo de gestión se utilizó?	¿En su empresa se ha identificado las maquinas críticas del proceso productivo?	¿Consideras que es necesario conocer el desempeño de las máquinas?	¿Cuentan con indicadores de mantenimiento para conocer el estado de las máquinas?	¿Cuáles crees que son los indicadores más importantes para detectar el desempeño de las máquinas?	Si tuvieras la oportunidad de utilizar un gestor de mantenimiento 100% gratuito o de bajo costo, ¿lo utilizarías?	¿Cuentas con alguna herramienta informática para el área de mantenimiento?
¿En su empresa cuentan con un plan de mantenimiento?		5	7	2	2	5	8	6	4
¿Se necesita mejorar la programación y planificación de las actividades de mantenimiento?	6		8	7	2	9	5	6	8
¿Para la elaboración del plan de mantenimiento, qué modelo de gestión se utilizó?	9	1		1	7	5	5	6	6
¿En su empresa se ha identificado las maquinas críticas del proceso productivo?	6	4	8		2	7	7	6	4
¿Consideras que es necesario conocer el desempeño de las máquinas?	5	5	4	6		7	5	6	7
¿Cuentan con indicadores de mantenimiento para conocer el estado de las máquinas?	4	6	4	6	5		5	6	7
¿Cuáles crees que son los indicadores más importantes para detectar el desempeño de las máquinas?	5	6	4	6	5	6		6	7
Si tuvieras la oportunidad de utilizar un gestor de mantenimiento 100% gratuito o de bajo costo, ¿lo utilizarías?	4	1	4	3	5	5	4		9
¿Cuentas con alguna herramienta informática para el área de mantenimiento?	6	5	4	6	5	1	7	6	
Total	45	33	43	37	33	45	46	48	52
%	12%	9%	11%	10%	9%	12%	12%	13%	14%

Nota: Elaborado por el investigador

Teniendo en consideración que la pregunta con más priorización es si cuenta con alguna herramienta informática para el área de mantenimiento, en la encuesta en las diferentes 10 organizaciones que se realizaron se obtiene que el 80% cuentan con un plan de mantenimiento y un 20% dijeron que no.

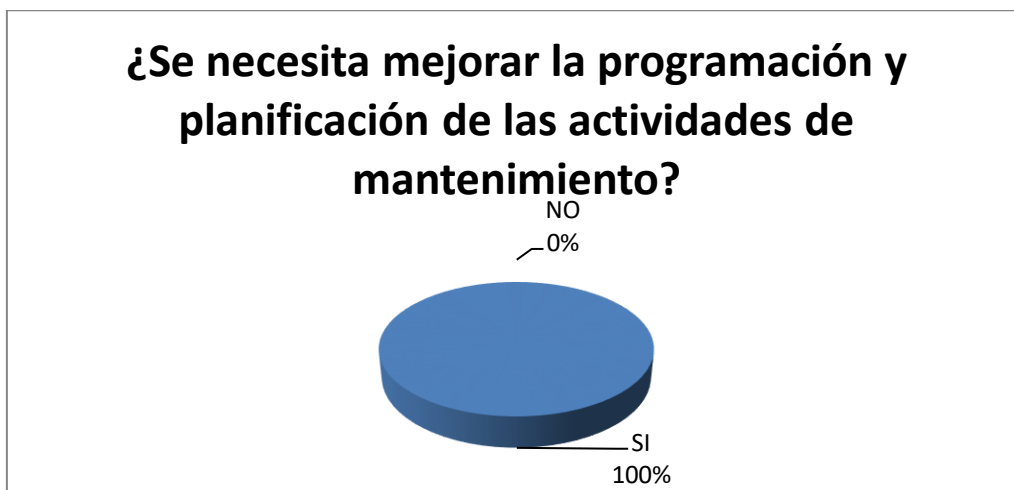
Figura 2
Resultado de la pregunta 1



Nota: Elaborado por el investigador

Pero de igual manera se encuestó si es necesario mejorar la programación y planificación de las actividades de mantenimiento con el resultado de que el 100% debe mejorar.

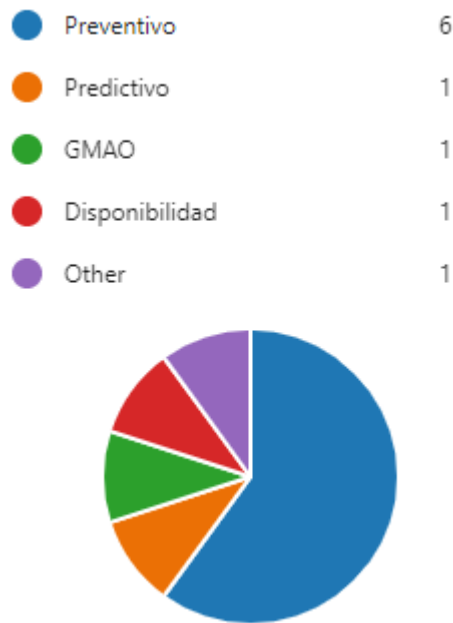
Figura 3
Resultado de la pregunta 2



Nota: Elaborado por el investigador

Para nuestra Pregunta 3 tenemos que, para la elaboración del plan de mantenimiento, que modelo de gestión se utilizó, teniendo como resultado que en la mayoría de las empresas realiza el plan de mantenimiento a base de preventivos y una que otra empresa realiza lo que es Predictivo, GMAO y disponibilidad.

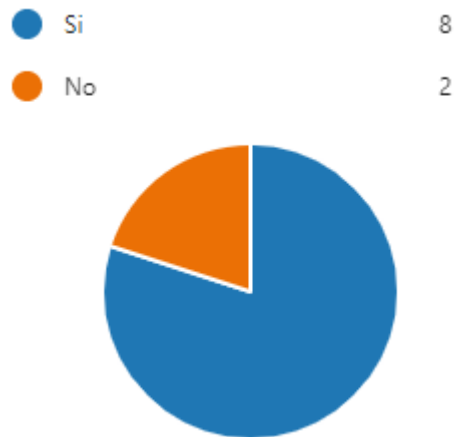
Figura 4
Resultado de la pregunta 3



Nota: Elaborado por el investigador

De igual manera para la creación del plan de mantenimiento debemos tener identificado que máquinas son críticas en los procesos productivos ya que son máquinas, equipos o sistemas que son fundamentales para la producción, en la encuesta realizada se tuvieron resultados que 80% de las empresas si han detectado cuáles son sus máquinas criticas mientras que el 20% no lo han hecho.

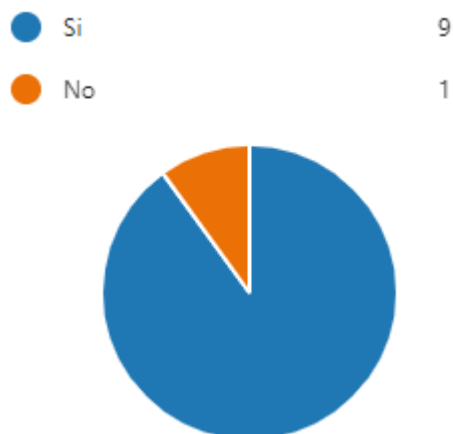
Figura 5
Resultado de la pregunta 4



Nota: Elaborado por el investigador

Una parte que considerar en las empresas es que se tenga un control de las actividades a realizar por el motivo que se averiguo si consideran necesario tener conocimiento del desempeño de las máquinas, lo cual creen que el 90% si es necesario conocerlo mientras que el 10% no.

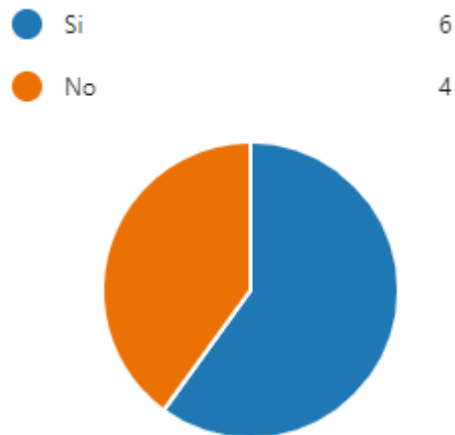
Figura 6
Resultado de la pregunta 5



Nota: Elaborado por el investigador

Para lo cual es necesario tener indicadores de mantenimiento, para poder actualizar de una mejor manera el plan de mantenimiento, se entrevistó a las diferentes empresas con la finalidad de saber si cuentan con indicadores para conocer el estado de las máquinas lo cual el 60% si constan de indicadores, pero el 40% no lo tienen.

Figura 7
Resultado de la pregunta 6



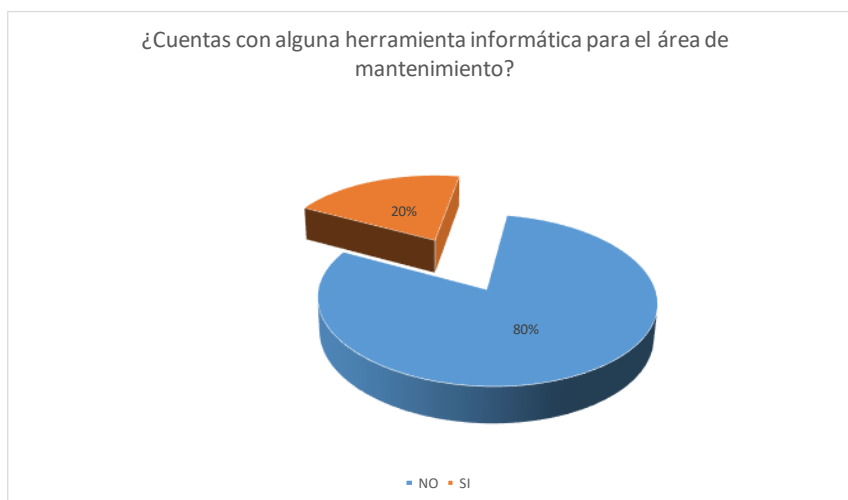
Nota: Elaborado por el investigador

Se tiene en cuenta que al no usar una herramienta informática se tiende a perder valiosa información ya que no se está rastreando las actividades de mantenimiento como las ordenes de trabajo, historial de mantenimiento de igual manera no se lleva un control en el sistema de compras para la gestión de repuestos y adquisiciones.

Según la entrevista se observa que solo el 20% cuentan con una herramienta informática y el 80% no

Figura 8

Resultado de la pregunta 9



Nota: Elaborado por el investigador

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo mediante un sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora (GMAO) se presenta como una necesidad imperativa en el entorno empresarial moderno. Al adoptar esta estrategia proactiva, las organizaciones pueden maximizar la vida útil de sus activos, reducir los costos operativos asociados por reparaciones inesperadas y minimizar el tiempo de inactividad no planificado. Al aprovechar las capacidades de un GMAO, se logra una mayor eficiencia en la programación y ejecución de tareas de mantenimiento, asegurando una gestión óptima de los recursos y garantizando el cumplimiento de las normativas y estándares de calidad requeridos. Así, la implementación de un plan de mantenimiento preventivo con GMAO se traduce en una mejora significativa de la productividad, la competitividad y la confiabilidad en el funcionamiento de la empresa, sentando las bases para un crecimiento sostenible a largo plazo.

Las maquinas para la elaboración del plan de mantenimiento preventivo son todas aquellas que cumplan un proceso productivo, de las cuales estas se van a desglosar por sistemas, los cuales van a estar determinados por que plan se lo va a colocar mediante la herramienta informática este puede ser crítico, prescindible, importante. colocando el tipo de fallo si este es técnico o funcional y con el criterio propio de cada técnico se va a

elegir si el mantenimiento es anual, semestral o mensual dependiendo la necesidad que se tenga.

Área de estudio:

Dominio: Tecnología y Sociedad (UTI)

Línea de investigación: Gestión de la información.

Sub-Línea de investigación: Administración de bases de datos, bases de datos distribuidas y a gran escala (relacional y no relacional), replicación de datos, minería de datos, BigData.

Campo: Ingeniería Industrial

Área: Mantenimiento

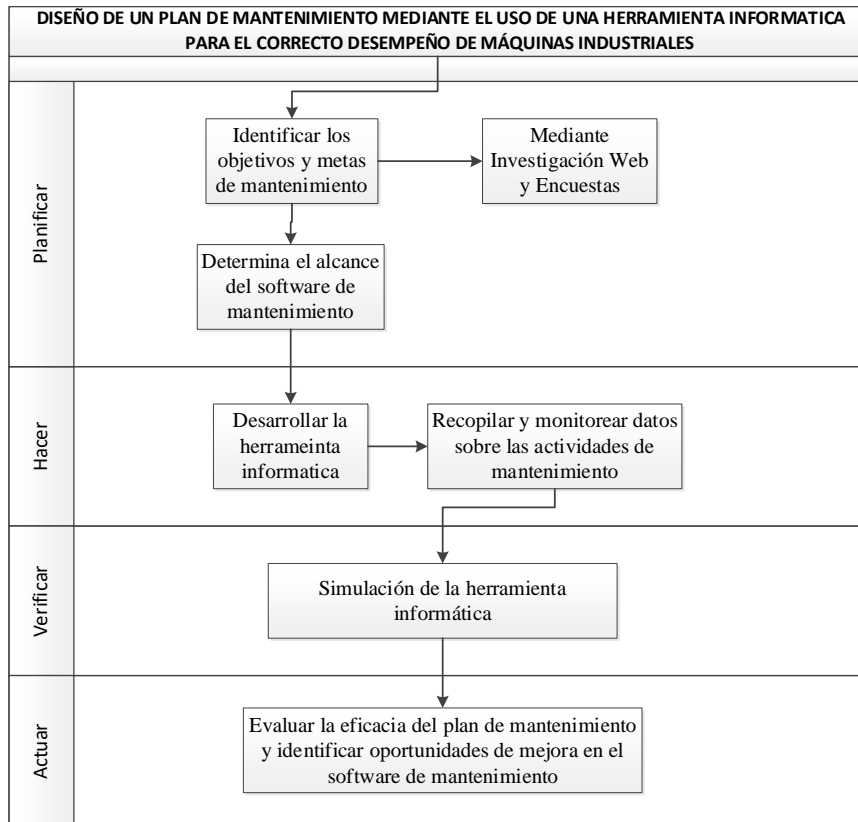
Aspectos: Desarrollo de un plan de mantenimiento mediante el uso de una herramienta informática para el correcto desempeño de las máquinas industriales.

Objeto de estudio: Empresas que dispongan con el área de Mantenimiento

Periodo de análisis: 2023.

Modelo operativo

Figura 9
Ciclo PHVA



Nota: Elaborado por el investigador

El ciclo PHVA es un modelo de mejora continua que significa Planificar, Hacer, Verificar y Actuar. Este modelo se usa ampliamente en los programas informáticos de mantenimiento para garantizar que funcione de manera eficiente y efectiva. En este ensayo, analizaremos el ciclo PHVA para el software de mantenimiento, incluidos los puntos clave de conversación para cada fase.

La primera fase del ciclo PHVA para el software de mantenimiento es la fase de planificación. Durante esta fase, se identifican los objetivos y metas de mantenimiento y se determina el alcance del software de mantenimiento. Es crucial analizar los riesgos y peligros potenciales que pueden surgir durante las actividades de mantenimiento. Este análisis ayuda a desarrollar un plan de mantenimiento integral que garantiza la seguridad del personal de mantenimiento y del equipo

La segunda fase del ciclo PHVA para el software de mantenimiento es la fase Hacer. Durante esta fase, se desarrolla e implementa el plan de mantenimiento. Es esencial monitorear y recopilar datos sobre las actividades de mantenimiento para garantizar que se realicen de manera correcta y eficiente. Cualquier problema o inquietud que surja durante las actividades de mantenimiento debe identificarse y abordarse de inmediato.

La tercera y cuarta fase del ciclo PHVA para el software de mantenimiento es la fase Verificar/Actuar. Durante esta fase, se evalúa la eficacia del plan de mantenimiento. Los datos recopilados durante las actividades de mantenimiento se analizan para identificar oportunidades de mejora en el software de mantenimiento. Se deben realizar los cambios necesarios en el software de mantenimiento para garantizar que funcione de manera eficiente y efectiva.

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Plan de Mantenimiento

El objetivo de esta propuesta es diseñar un plan de mantenimiento para garantizar el correcto funcionamiento y prolongar la vida útil de las máquinas industriales en una empresa. Para lograrlo, se empleará una herramienta informática especializada que facilite la programación, seguimiento y registro de las actividades de mantenimiento preventivo. La implementación de esta solución permitirá reducir costos de mantenimiento, minimizar tiempos de inactividad no planificados y mejorar la eficiencia operativa de las máquinas industriales.

Indicadores

La norma ISO 14224 es una norma internacional que establece un sistema de clasificación y codificación para la recopilación y análisis de datos relacionados con la gestión de activos físicos. Esta norma proporciona una guía detallada sobre cómo recopilar y codificar datos sobre la fiabilidad y el mantenimiento de los activos, lo que ayuda a las organizaciones a mejorar la eficiencia y la confiabilidad de sus activos.

La norma ISO 14224 utiliza una serie de indicadores para medir y evaluar la gestión de activos físicos. Estos indicadores son importantes porque permiten a las organizaciones realizar un seguimiento de diversos aspectos clave de sus activos y evaluar su desempeño. Algunos de los indicadores más importantes incluyen:

Disponibilidad: Mide el tiempo que un activo está disponible para su uso en relación con el tiempo total posible. Este indicador es importante para evaluar la eficiencia operativa de los activos y minimizar el tiempo de inactividad.

Confiabilidad: Mide la probabilidad de que un activo funcione sin fallas durante un período de tiempo determinado. Este indicador es esencial para evaluar la calidad y la durabilidad de los activos, lo que permite a las organizaciones tomar medidas preventivas y correctivas para mejorar la confiabilidad.

Mantenibilidad: Mide la capacidad de un activo para ser mantenido o restaurado a un estado operativo después de una falla. Este indicador es crucial para evaluar la

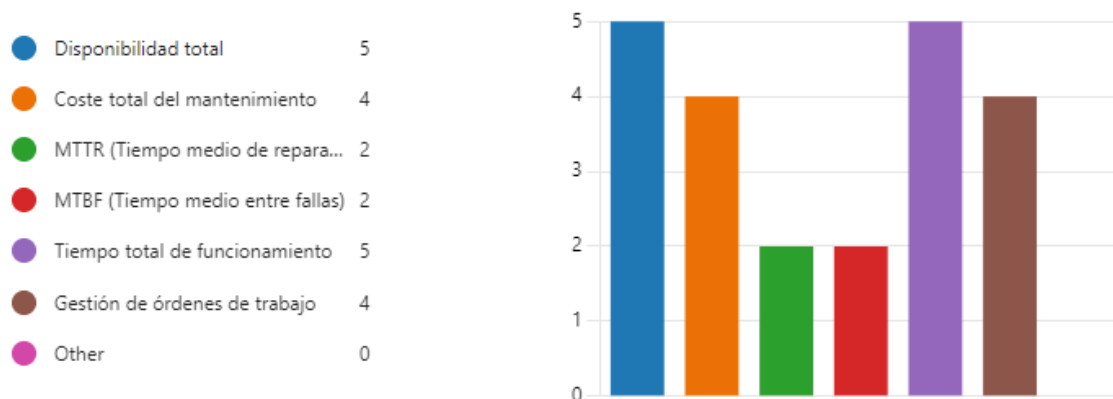
efectividad de las estrategias de mantenimiento y la disponibilidad de recursos para el mantenimiento.

Tiempo medio entre fallas (MTBF, por sus siglas en inglés): Mide el tiempo promedio entre las fallas de un activo. Este indicador es útil para evaluar la confiabilidad de los activos y planificar actividades de mantenimiento y reemplazo.

Tiempo medio para reparar (MTTR, por sus siglas en inglés): Mide el tiempo promedio necesario para reparar un activo después de una falla. Este indicador es importante para evaluar la eficiencia del proceso de reparación y minimizar el tiempo de inactividad de los activos.

Para el presente trabajo se van a hacer en base a la disponibilidad total, tiempo total de funcionamiento y la gestión de órdenes de trabajo, según los entrevistados quieren conocer más sobre la disponibilidad y tiempo totales de funcionamiento.

Figura 10
Resultado de la Pregunta 7



Nota: realizado por el investigador

Criterios para la selección de la herramienta informática

La matriz de priorización de criterios es una herramienta útil para seleccionar el software adecuado para la gestión de mantenimiento. Esta matriz ayuda a evaluar y comparar diferentes criterios relevantes para la selección y asignarles un peso de importancia.

Funcionalidad: Evalúa las características y funcionalidades ofrecidas por el software, como la gestión de órdenes de trabajo, programación de mantenimiento, gestión de inventario, etc.

Facilidad de uso: Evalúa la amigabilidad y la facilidad de aprendizaje del software.

Costo: Evalúa el costo inicial y los costos recurrentes asociados con la adquisición y el mantenimiento del software.

Integración: evalúa la capacidad del software para integrarse con otros sistemas existentes en la organización.

Escalabilidad: evalúa la capacidad del software para adaptarse y crecer de acuerdo con las necesidades futuras de la organización.

Comparación de softwares para el uso de la herramienta informática

Microsoft Access: es un sistema de gestión de bases de datos desarrollado por Microsoft. Se utiliza principalmente para crear y administrar bases de datos relacionales. Access permite a los usuarios almacenar, organizar y manipular grandes cantidades de información de manera eficiente.

MySQL: es un sistema de administración de bases de datos de código abierto que brinda una amplia funcionalidad para diseñar y administrar bases de datos relacionales.

MySQL es escalable y ampliamente utilizado en entornos empresariales.

PostgreSQL: Al igual que MySQL, este es un sistema de gestión de base de datos de código abierto. PostgreSQL es conocido por su confiabilidad, escalabilidad y capacidad para manejar grandes cantidades de datos. También es compatible con muchas funciones avanzadas.

Oracle: Es una solución de base de datos empresarial popular que ofrece una amplia gama de características y funcionalidades avanzadas. Oracle es escalable y se utiliza comúnmente en entornos empresariales que requieren un alto rendimiento y una gran capacidad de procesamiento.

FileMaker: Es una plataforma de desarrollo de bases de datos que permite crear aplicaciones personalizadas fácilmente sin necesidad de conocimientos de

programación. FileMaker ofrece una interfaz intuitiva y se puede utilizar en múltiples dispositivos.

LibreOffice Base: Es una aplicación de base de datos de código abierto y gratuita que forma parte de la suite de oficina LibreOffice. Base ofrece una funcionalidad básica de creación de bases de datos y es adecuado para proyectos más pequeños o para usuarios con necesidades más simples.

Matriz de criterio para seleccionar la herramienta informática

Para realizar la matriz de criterio para la selección de la herramienta informática primero se deben identificar los criterios por el cual se van a seleccionar la herramienta informática para identificar el criterio con más valor de los cinco mencionados esto se lo realizará para determinar cuál es el más factible para realizar el trabajo

Se realiza con una escala de 0 a 10 puntos colocando en cada relación un número que lleva en total un porcentaje se lo va a llenar de la siguiente forma en la relación facilidad de uso con funcionabilidad se le coloca 5 para completar los 10 puntos se debe colocar de igual manera en la relación facilidad de uso y funcionabilidad se le coloca los 5 puntos faltantes y así en las siguientes relaciones

Tabla 4
Matriz de priorización de criterios

	Funcionalidad	Facilidad de uso	Costo	Integración	Escalabilidad	TOTAL	VALOR PORCENTUAL
Funcionalidad		5	6	5	6	22	22%
Facilidad de uso	5		5	4	6	20	20%
Costo	4	5		3	3	15	15%
Integración	5	6	7		6	24	24%
Escalabilidad	4	4	7	4		19	19%
TOTAL						100	100%

Nota: Elaborado por el investigador

En la Tabla 4 se identifica que el criterio con mayor ponderación es el de la integración esto significa que el software tiene que integrarse a otros sistemas que existen en la organización con un 24%, de acuerdo con el criterio ponderado se va a seleccionar la herramienta informática para la elaboración del plan de mantenimiento, como criterio

secundario se tienen la funcionabilidad con el 22% y el tercer criterio la facilidad de uso con el 20%.

Análisis de herramientas informáticas

Para poder determinar cuál es la herramienta informática más relevante y factible con los diferentes programas se va a realizar una ponderación del 0% al 100% el cual se va a dividir en 3 partes en el primer criterio que es factible realizar es del 0% al 33%, después con una ponderación del 34% al 66% se ponen límites al investigador ya que no sería posible realizar la investigación completa y con el 67% al 100% supera el alcance del investigador

Tabla 5

Tabla de aprobación

Supera el alcance del investigador	67% al 100%
Limitante para el investigador	34% al 66%
Factible para el investigador	0% al 33%

Nota: Elaborado por el investigador

Con la Tabla 5 vamos a aprobar que alternativa es la mejor teniendo en cuenta sus ponderaciones en porcentaje para esto se han tomado tres alternativas la alternativa 1 se lo elegio de la bibliografía y la alternativa 2 de la encuesta realizada y la alternativa 3 de igual manera se eligió de las consultas realizadas teniendo así que:

Para la determinación de la priorización de alternativas se utiliza una matriz donde se colocan 5 criterios con 3 alternativas se coloca una puntuación de 0 a 100 dependiendo la relación que tengan, como por ejemplo la Alternativa 1 tiene un costo mas elevado de las 2 opciones mas por lo que se le coloca una puntuación de 90 con esto al final sumamos todos los valores obtenidos y colocando en nivel de porcentaje y nos debe dar valores que lo vamos a comparar con la Tabla 5.

Tabla 6

Priorización de alternativas mediante una matriz

		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
		Mp10	MYSQL	Access
Criterio 1	Integración	70	70	15
Criterio 2	Funcionalidad	40	50	15
Criterio 3	Facilidad de uso	60	10	10
Criterio 4	Escalabilidad	50	50	5
Criterio 5	Costo	90	80	20
Total		310	260	65
		100%	84%	21%

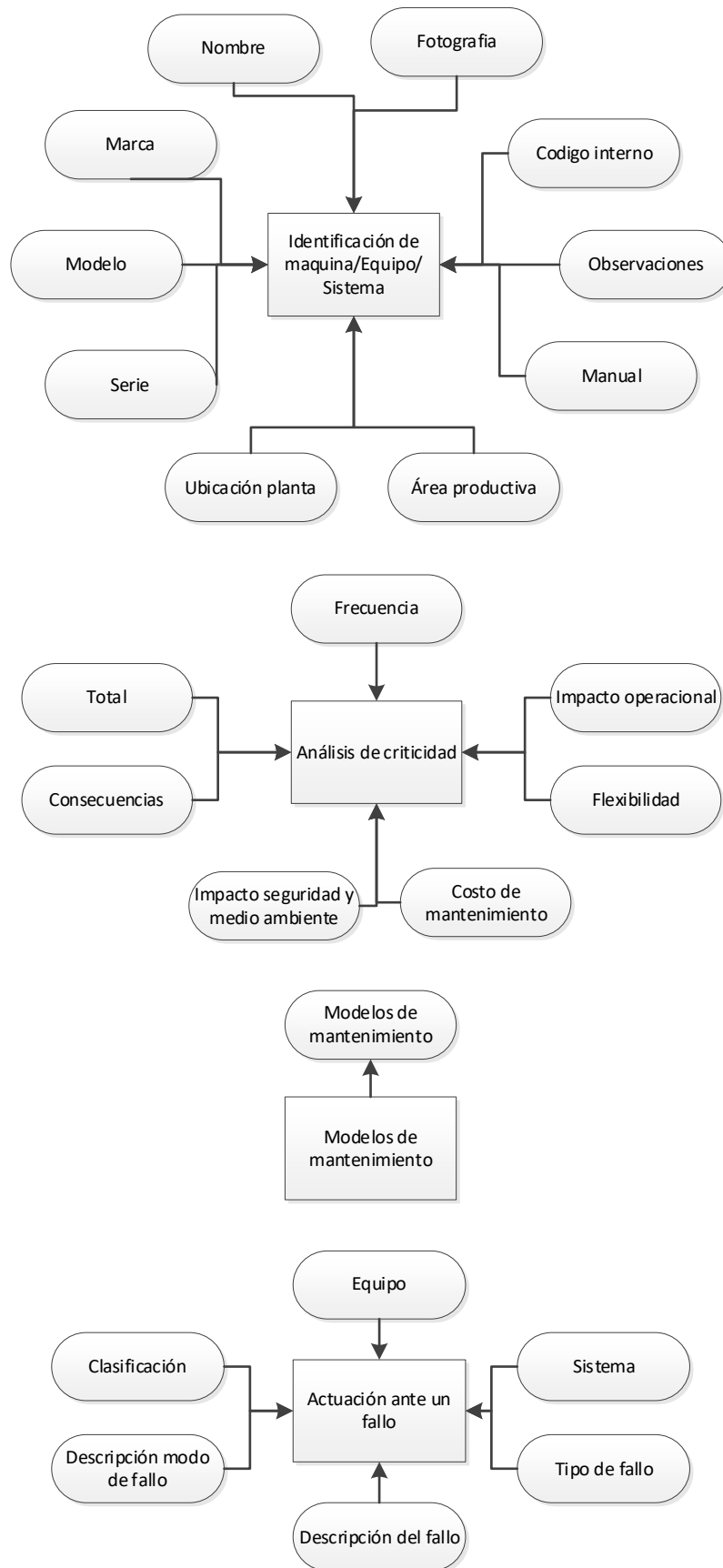
Nota: Elaborado por el investigador

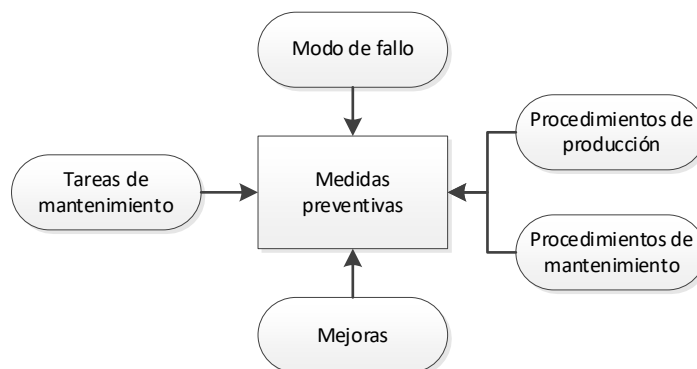
La mejor opción es Microsoft Access ya que tiene una ponderación de 21% siendo este factible de realizar para el investigador, es una opción popular para el diseño de herramientas informáticas debido a su facilidad de uso y su capacidad para crear bases de datos y aplicaciones relacionales. Es especialmente útil si ya estás utilizando el paquete de Microsoft Office, ya que ofrece una integración fluida con otros programas de Office, como Excel y Word. Con Access, puedes crear formularios personalizados, informes, consultas y macros para automatizar tareas.

Entidades y Atributos

En el presente trabajo se necesita presentar un plan de mantenimiento por lo cual primero se deben identificar las máquina, equipos o sistemas que conforme la organización, después se debe realizar un análisis de criticidad de cada máquina, colocando así un modelo de mantenimiento dependiendo el análisis de criticidad con esto se tiene lo que es la actuación ante un fallo donde se analiza determinadamente todos los fallos que pueden existir en la máquina y finalmente se le coloca las medidas preventivas donde se colocara la frecuencia de las actividades a realizar completando un plan de mantenimiento para los equipos.

Figura 11
Entidades y campos para la herramienta informática





Nota: Elaborado por el investigador

Modelo entidad-relación

El modelo Entidad-Relación (ER) es un modelo de diseño de bases de datos que se utiliza para representar y describir entidades (objetos o conceptos del mundo real) y las relaciones entre ellos. Es un modelo conceptual que ayuda a visualizar gráfica y claramente la estructura y comportamiento de la base de datos. (esic, 2018)

En un diagrama del modelo Entidad- Relación, las entidades están representadas por rectángulos y las relaciones entre ellas están representadas por líneas. El modelo se basa en tres componentes principales:

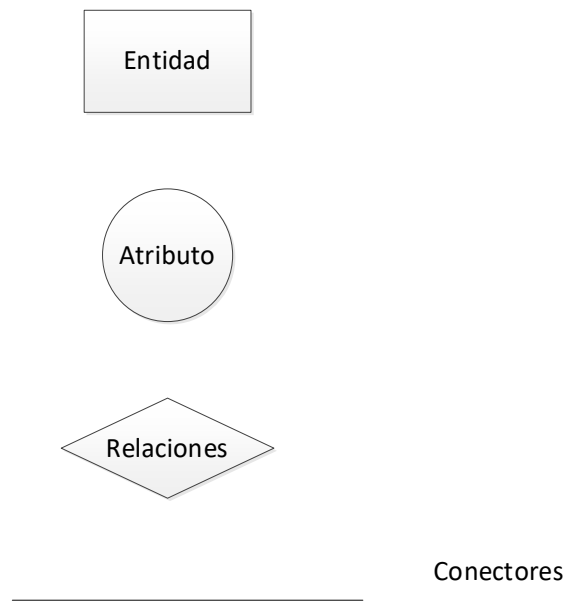
Entidades: Representan objetos reales, conceptos o cosas sobre las que queremos almacenar información en la base de datos. Cada entidad tiene atributos que describen sus características. Por ejemplo, si estamos construyendo una base de datos de una empresa, las entidades pueden ser "Cliente", "Producto", "Empleado", etc. Atributos: Son las propiedades o características que describen una entidad. Cada entidad tiene uno o más atributos. De acuerdo con el ejemplo anterior, los atributos de la entidad "Cliente" podrían ser "Nombre", "Dirección", "Teléfono", etc.

Relaciones: Son las asociaciones entre dos o más entidades. Representan cómo las entidades están relacionadas entre sí en el mundo real. Por ejemplo, una relación entre las entidades "Cliente" y "Producto" podría ser "Compra", ya que un cliente puede realizar una compra de uno o varios productos.

Los cuales se los van a representar de la siguiente manera:

Figura 12

Simbología para la representación de modelos entidad relación



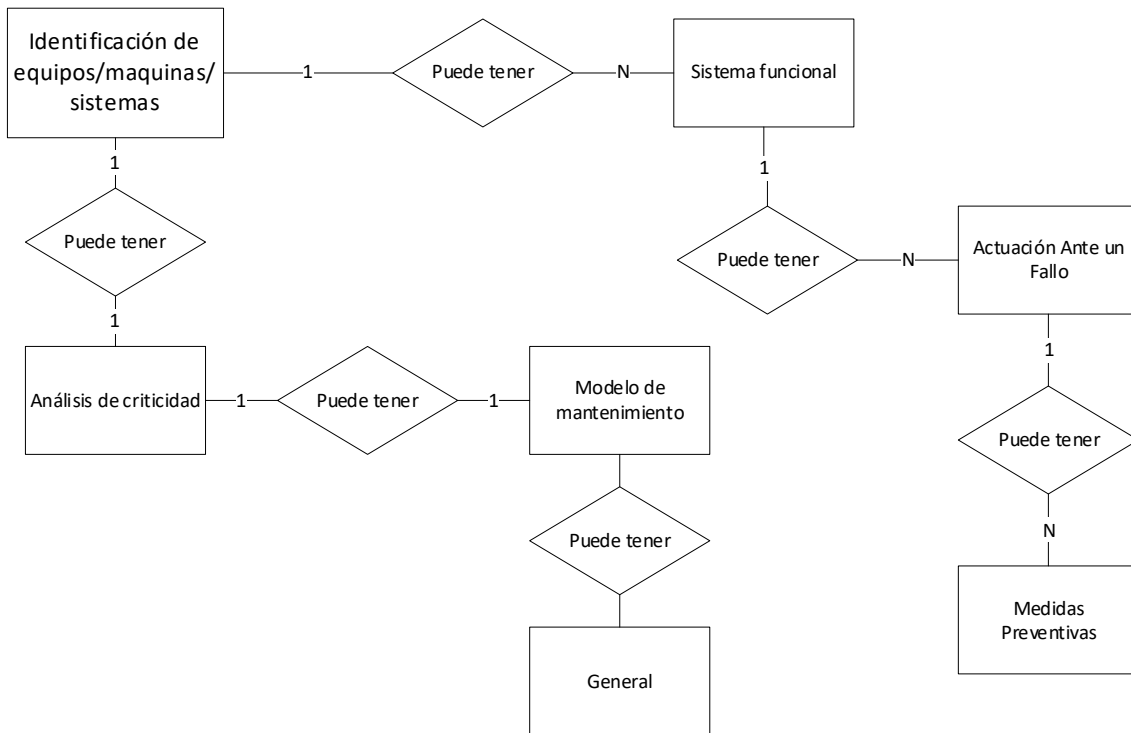
Nota: Elaborado por el investigador

En el Modelo Entidad-Relación (ER), existen varios tipos de relaciones que pueden establecerse entre las entidades. Estos tipos de relaciones representan cómo las entidades se relacionan entre sí en el mundo real y cómo se reflejarán en la base de datos. Los tipos de relaciones más comunes son:

Relación Uno a Uno (1:1): En esta relación, una instancia de una entidad se asocia con una única instancia de otra entidad, y viceversa. Por ejemplo, si tenemos las entidades "Estudiante" y "Licencia de Conducir", un estudiante puede tener una única licencia de conducir, y una licencia de conducir está asociada a un solo estudiante.

Relación Uno a Muchos (1: N): En esta relación, una instancia de una entidad se asocia con muchas instancias de otra entidad, pero una instancia de la segunda entidad solo puede estar asociada con una instancia de la primera entidad. Por ejemplo, en una relación entre "Departamento" y "Empleado", un departamento puede tener muchos empleados, pero cada empleado solo pertenece a un solo departamento.

Figura 13
Modelo entidad relación de la herramienta informática



Nota: Elaborado por el investigador

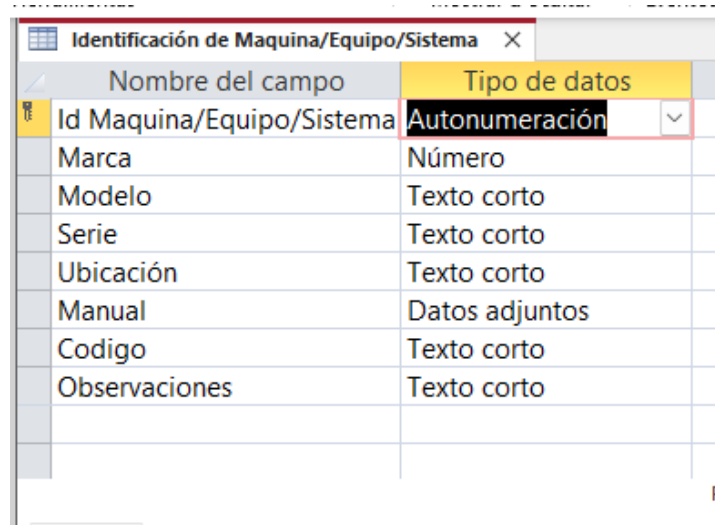
Para las relaciones se van a tener en cuenta que todas van a estar determinadas por la identificación de equipos/maquinas/sistemas que este puede tener solo un análisis crítico y un solo modelo de mantenimiento, también se determina que puede tener varios sistemas funcionales por eso se le coloca la letra N para determinar los fallos esto se lo realiza en base a los sistemas que tiene colocando de igual manera varias medidas preventivas.

Elaboración de la herramienta informática en Microsoft Access

Para esto se comienza a subir las tablas que vamos a visualizar en un panel de control, como primer paso es la elaboración de la información de la máquina/equipos o sistema

Figura 14

Tabla en Access Identificación de Máquina



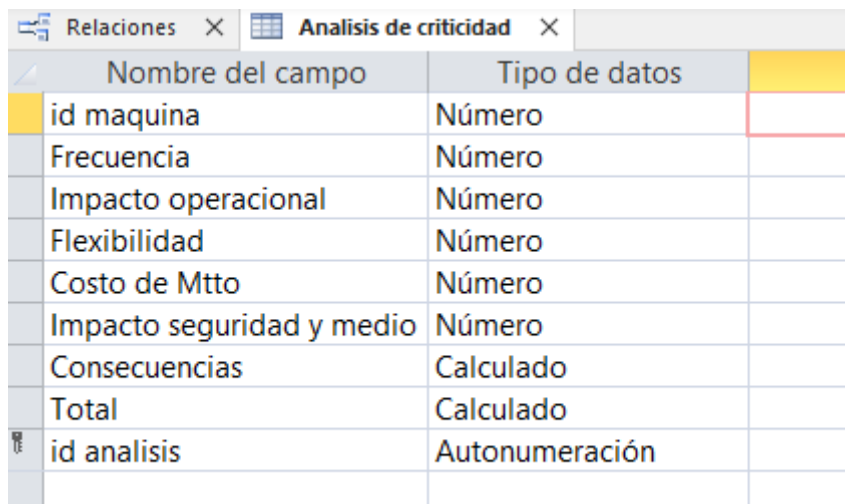
Nombre del campo	Tipo de datos
Id Maquina/Equipo/Sistema	Autonumeración
Marca	Número
Modelo	Texto corto
Serie	Texto corto
Ubicación	Texto corto
Manual	Datos adjuntos
Codigo	Texto corto
Observaciones	Texto corto

Nota: Elaborado por el investigador

Una vez levantadas las tablas se observa que datos se quieren generar por cada campo Y se comienzan a generar relaciones para que la información requerida se asome anclada a la máquina/equipo o sistema que queremos buscar

Figura 15

Tabla en Access Análisis de Criticidad



Nombre del campo	Tipo de datos
id maquina	Número
Frecuencia	Número
Impacto operacional	Número
Flexibilidad	Número
Costo de Mtto	Número
Impacto seguridad y medio	Número
Consecuencias	Calculado
Total	Calculado
id analisis	Autonumeración

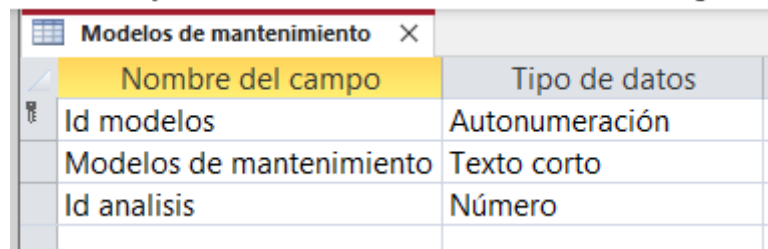
Nota: Elaborado por el investigador

En el análisis de criticidad nosotros vamos a elegir según la necesidad que tenemos se van a desplegar varios valores donde vamos a elegir cada uno de ellos y así poder

calcular las consecuencias con la finalidad que eso nos va a ayudar saber si el total del análisis es crítico, imprescindible o importante.

Figura 16

Tabla en Access Modelos de mantenimiento



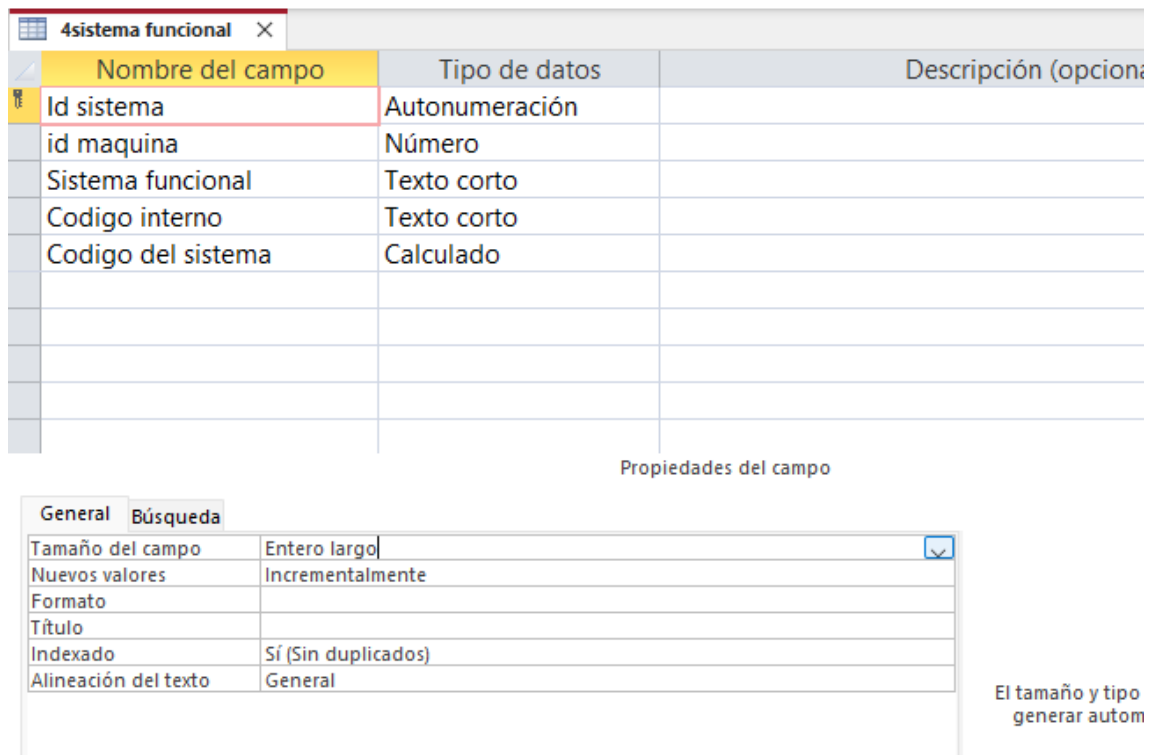
Nombre del campo	Tipo de datos
Id modelos	Autonumeración
Modelos de mantenimiento	Texto corto
Id analisis	Número

Nota: Elaborado por el investigador

El modelo de mantenimiento se lo realiza una vez terminado el análisis con una numeración para los modelos que se crean a la vez que está relacionado con la tabla general donde se especifica que modelos tiene y se le coloca una relación con los análisis para determinar en cada análisis de criticidad.

Figura 17

Tabla en Access Sistema Funcional



Nombre del campo	Tipo de datos	Descripción (opcional)
Id sistema	Autonumeración	
id maquina	Número	
Sistema funcional	Texto corto	
Codigo interno	Texto corto	
Codigo del sistema	Calculado	

Propiedades del campo	
Tamaño del campo	Entero largo
Nuevos valores	Incrementalmente
Formato	
Título	
Indexado	Sí (Sin duplicados)
Alineación del texto	General

El tamaño y tipo generar autom

Nota: Elaborado por el investigador

Para la identificación de los sistemas funcionales se toma en cuenta la tabla de identificación de máquina/equipo o sistema lo cual se coloca cada sistema funcional de las máquinas con relación a los códigos internos elaborados entonces se crea un dato calculado el cual nos da un código del sistema.

Figura 18

Tabla en Access Actuación ante un fallo

Nombre del campo	Tipo de datos	Descr
Id actuación	Autonumeración	
Id sistema	Número	
Sistema	Texto corto	
Tipo de fallo	Texto corto	
Descripción del fallo	Texto largo	
Descripción modo de fallo	Texto corto	
Clasificación	Texto corto	

Propiedades del campo	
General	
Búsqueda	
Tamaño del campo	Entero largo
Nuevos valores	Incrementalmente
Formato	
Título	
Indexado	Sí (Sin duplicados)
Alineación del texto	General

Nota: Elaborado por el investigador

Para la actuación ante un fallo se determina todos los datos para los sistemas funcionales de las máquinas se hace referencia a cada sistema para colocar los tipos de fallo, la descripción del fallo se coloca con un texto largo, descripción modo de fallo y la clasificación esto se los coloca con un texto corto.

Figura 19

Tabla en Access Medidas Preventivas

Nombre del campo	Tipo de datos	Descripción (opcional)
Modo de fallo	Texto corto	
Tarea de mantenimiento	Texto corto	
Frecuencia	Texto corto	
Mejoras	Texto corto	
Procedimientos de producción	Texto corto	
procedimiento de mantenimiento	Texto corto	
id sistema a	Número	

Propiedades del campo

General	
Tamaño del campo	255
Formato	
Máscara de entrada	
Título	
Valor predeterminado	
Regla de validación	
Texto de validación	
Requerido	No
Permitir longitud cero	Sí
Indexado	No
Compresión Unicode	Sí
Modo IME	Sin Controles
Modo de oraciones IME	Nada
Alineación del texto	General

Un nombre de campo puede tener hasta 64 caracteres de longitud, incluyendo espacios. Presione F1 para obtener ayuda acerca de los nombres de campo.

Nota: Elaborado por el investigador

Para las medidas preventivas se hace referencia al modo de fallo descrito en la actuación ante un fallo, se describe la tarea de mantenimiento de igual manera se coloca la frecuencia para tener datos como las mejoras, procedimientos de producción y de mantenimiento todos estos se los realiza en un texto corto.

Figura 20
Tabla en Access KPIs

Nombre del campo	Tipo de datos
Maquina	Texto corto
Tiempo de funcionamiento	Número
id Medida preventiva	Número
Realizado medida preventiv	Sí/No
Tiempo de paro	Número
Disponibilidad por equipo	Calculado
Ordenes realizadas	Número
Ordenes totales	Número
Índice de cumplimiento de l	Calculado

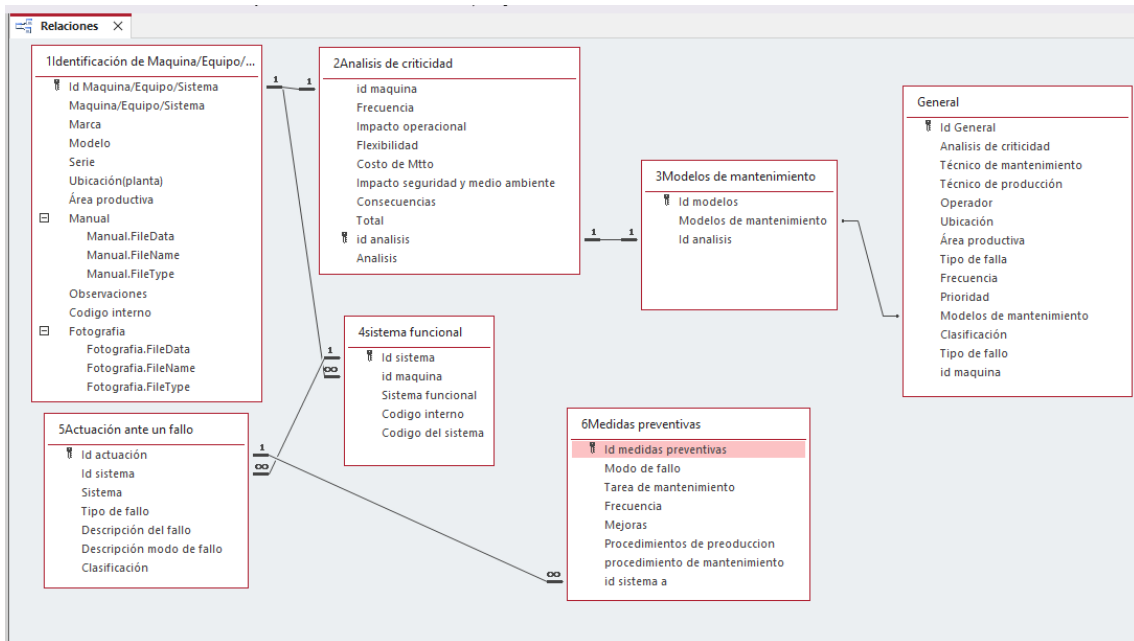
Nota: Elaborado por el investigador

Para medir el desempeño de la herramienta informática se ha implementado la tabla de los KPIs que son indicadores para la gestión de mantenimiento estos se van a dividir en dos partes lo que es disponibilidad por equipo y el índice de cumplimiento de la planificación de las ordenes de trabajo.

Relaciones

Una vez elaboradas las tablas estas se tienen que relacionar entre sí para que la información que se introduzca en cada tabla se vaya recopilando en cada máquina este paso es necesario ya que sin la relación los datos se generan desordenadamente creando un caos en la lectura de los datos.

Figura 21
Relación de tablas



Nota: elaborado por el investigador

Una vez relacionadas las tablas se comienza a generar los formularios para cargar datos esto se los puede ir modificando para que se mejor la facilidad del uso, cada formulario utilizado recopila información para cada máquina así que es necesario que estos tengan los ítems necesarios.

Figura 22
Elaboración de formulario identificación de máquinas

La imagen muestra la interfaz de un software de desarrollo de formularios. El formulario principal, 'Formulario1', está configurado con los siguientes campos:

- Encabezado del formulario: Formulario1
- Detalle:
 - Id Maquina/Equipo/Sistema
 - Marca
 - Modelo
 - Serie
 - Ubicación
 - Manual
 - Codigo
 - Observaciones

El software muestra una barra superior con pestañas como 'Personalizado', 'Temas', 'Controles', 'Encabezado y pie de página' y 'Herramientas'. A la izquierda hay un panel de 'Objetos no asignados' con 'Identificación de Maquina/...' y 'Orden de mantenimiento'.

Nota: elaborado por el investigador

De igual manera cuando se detalla si las máquinas tienen un modelo de mantenimiento se le hace acuerdo a los diferentes criterios que tienen si este es Crítico, Importantes y Prescindibles.

Figura 23
Elaboración de formulario análisis de criticidad

CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS = FRECUENCIA DE FALLAS X CONSECUENCIA

FRECUENCIA = NÚMERO DE FALLAS EN UN PERIODO DE TIEMPO

CONSECUENCIA = (IMPACTO PRODUCCION X FLEXIBILIDAD) + COSTOS DE MANTENIMIENTO + COSTOS DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

FRECUENCIA DE FALLAS	CALIFICACION	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	CALIFICACION	IMPACTO SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	CALIFICACION
BAJA Más de 2 fallas /año	4	NO EXISTE OPCION DE PRODUCCION O FUNCION DE REPUESTO	4	AFECTA A LA SEGURIDAD HUMANA EXTERNA E INTERNA	8
MEDIA 1 a 2 fallas /año	3	HAY OPCION DE REPUESTO COMPARTIDO / BODEGA	3	AFECTA AL MEDIO AMBIENTE E INSTALACIONES CAUSANDO DAÑOS SEVEROS	7
BUENA 0,5 a 1 fallas /año	2	FUNCION DE REPUESTO DISPONIBLE	2	PROVOCA DAÑOS MENORES AL AMBIENTE	5
EXCELENTE Menos de 2 fallas /año	1			NO HAY DAÑOS A PERSONAS NI A INTALACIONES, NI AL AMBIENTE	3
IMPACTO OPERACIONAL	CALIFICACION	COSTOS DE MANTENIMIENTO	CALIFICACION		
PERDIDA GRABE	10	MAYOR A \$ 2.000,00	2		
PARADA DEL SISTEMA Y AFECTA A OTROS SISTEMAS	7	MINOR A \$ 2.000,00	1		
IMPACTO AL INVENTARIO O CALIDAD	4				
NINGUNA AFECTACION	1				

id maquina: []
 Frecuencia: [7]
 Impacto operacional: [7]
 Flexibilidad: [3]
 Costo de Mtto: [1]
 Impacto seguridad y medic: [1]
 Consecuencias: [23]
 Total: [161]
 id analisis: [1]

Registro: 1 de 3 | Sin filtro | Buscar | Bloq Num

Nota: Elaborado por el investigador

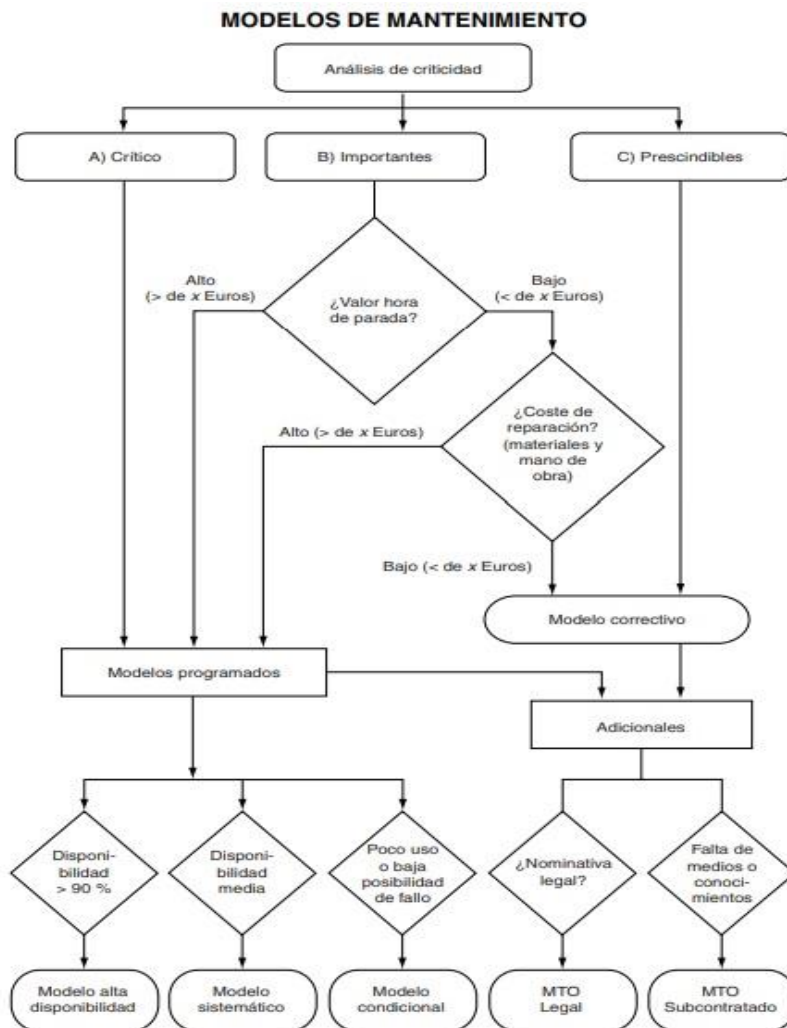
Una vez registrado los resultados en la identificación de máquinas/equipos y sistemas nos va a servir de referencia para realizar el análisis de criticidad nosotros vamos a tener con esto un cálculo de la criticidad, pues esto va a hacer que la frecuencia de fallas por consecuencia, de igual manera la frecuencia nos va a dar por el número de fallas en un periodo de tiempo con los datos obtenidos vamos a ver cuál es nuestra consecuencia que va a tener referencia por el producto del impacto producción por la flexibilidad esto se lo suma a los costos de mantenimiento y los costos de seguridad y medio ambiente llegando al total que nos va a dar por el producto de la consecuencia por la frecuencia de fallos que tiene.

Figura 24
Elaboración de formulario modelo de mantenimiento

Nota: Elaborado por el investigador

Para elegir los modelos de mantenimiento se tienen un listado en la tabla General estos se los coloca una vez calculado el análisis de criticidad según el diagrama.

Figura 25
Diagrama de flujo de modelos de mantenimiento



Nota: Modelos de mantenimiento desarrollado por (Garrido, 2003)

Figura 26
Elaboración de formulario del sistema funcional

The screenshot shows a web browser window with the title 'sistema funcional1'. The page header also displays 'sistema funcional1'. The form contains the following fields:

Id sistema	<input type="text" value="1"/>
id maquina	<input type="text" value="1"/>
Sistema funcional	<input type="text" value="Sistema mecanico"/>
Codigo interno	<input type="text" value="La-La-1"/>
Codigo del sistema	<input type="text" value="La-La-1-nico"/>

Nota: Elaborado por el investigador

El sistema funcional está conformado de la id máquina para poder dividir en los diferentes sistemas que conforman los equipos/sistemas/máquinas esto se lo realiza por la selección del código interno de cada máquina al colocar el sistema funcional que conforma, el código del sistema se calcula automáticamente esta toma el nombre del código interno y lo añade las cuatro últimas letras del sistema funcional.

Figura 27
Elaboración de formulario para la actuación ante un fallo

The screenshot shows a web browser window with the title 'Actuación ante un fallo'. The page header also displays 'Actuación ante un fallo'. The form contains the following fields:

Id actuación	<input type="text" value="1"/>
Id sistema	<input type="text" value="1"/>
Sistema	<input type="text" value="La-La-1-nico"/>
Tipo de fallo	<input type="text" value="Funcional"/>
Descripción del fallo	<input type="text" value="la laminadora no enristra"/>
Descripción modo de fallo	<input type="text" value="Disparo de la proteccion terminca"/>
Clasificación	<input type="text" value="A Evitar"/>

Nota: Elaborado por el investigador

Para este formulario se puede elegir qué sistema queremos determinar los fallos con esto se elige el tipo de fallo que puede ser bien técnico o funcional, la descripción del fallo se lo describe manualmente como la descripción modo de fallo esto al final se le coloca la clasificación este puede elegir entre A evitar o A amortiguar

Figura 28
Elaboración de formulario de las Medidas Preventivas

Id medidas preventivas	<input type="text" value="1"/>
Modo de fallo	<input type="text" value="Disparo de la proteccion terminca"/>
Tarea de mantenimiento	<input type="text" value="Ajuste del rele termico de disparo del motor"/>
Frecuencia	<input type="text" value="Anual"/>
Mejoras	<input type="text" value="Instalar medidores de intesidad del motor"/>
Procedimientos de preodu	<input type="text" value="Indicar en el procedimiento de arranque de las bombas"/>
procedimiento de manten	<input type="text" value="Indicar en el procedimiento de realizacion de gamas de mantenimiento"/>
id sistema a	<input type="text" value="1"/>

Registro: 1 de 3 Sin filtro Buscar

Nota: Elaborado por el investigador

En las medidas preventivas se selecciona el modo de fallo del formulario actuación ante un fallo, para después colocar la tarea de mantenimiento que se lo debe escribir una vez teniendo esto se le coloca la frecuencia este puede ser Anual, Mensual o Semanal, aunque se pueden añadir más opciones, de ahí colocamos las mejoras y los procedimientos de producción y de mantenimiento.

Figura 29

Elaboración de formulario de los KPIs

Maquina	La-La-1
Tiempo de funcionamiento	25
id Medida preventiva	1
Realizado medida prevent	<input checked="" type="checkbox"/>
Tiempo de paro	3
Disponibilidad por equipo	88,00%
Ordenes realizadas	2
Ordenes totales	3
Índice de cumplimiento de	66,67%

Nota: Elaborado por el investigador

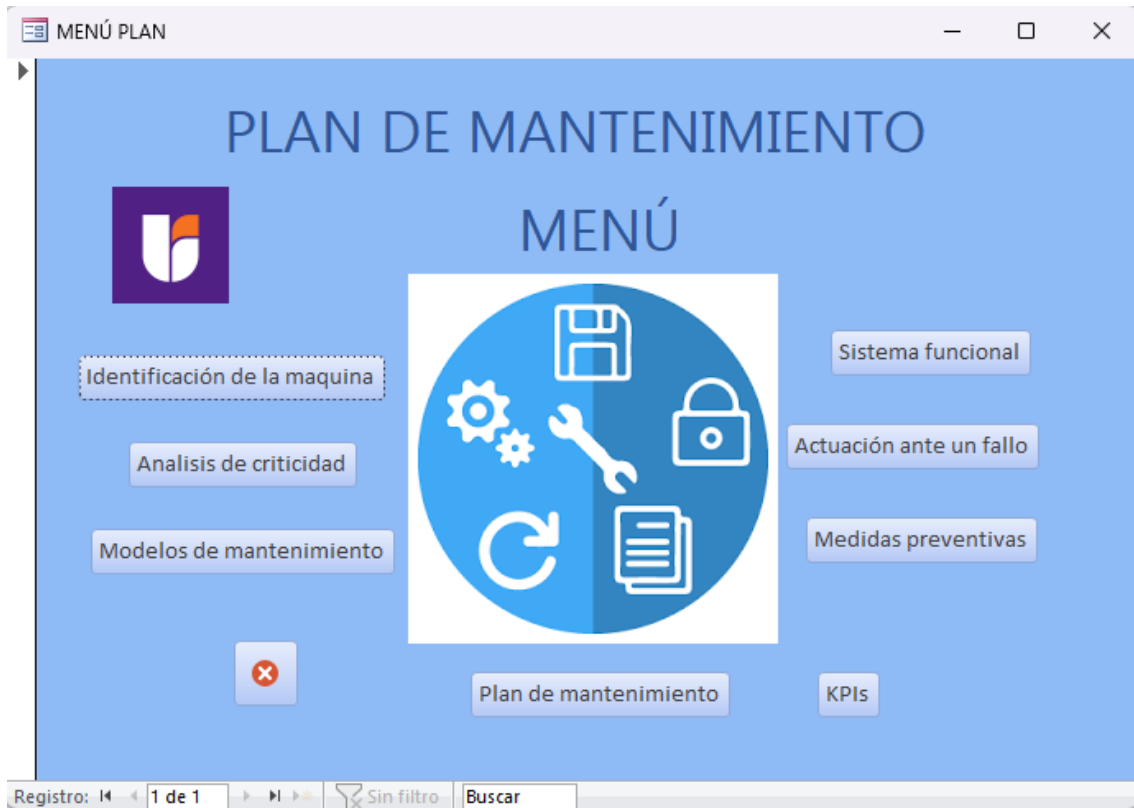
Para la determinación de los KPIs se ha realizado el formulario donde se describe en cada máquina el tiempo que se utiliza en cada mantenimiento esto se divide con el tiempo de funcionamiento de cada máquina y para el índice de cumplimiento de la planificación se realiza con el número total de ordenes realizadas dividido para las ordenes que se elaboran en la planificación.

Simulación

Para la simulación y verificación de la herramienta informática se crea un módulo de navegación para cada uno de los ítems a realizar esto se lo hace mediante una ventana de navegación, para que sea más amigable para el usuario a utilizar.

Cada botón abre el formulario descrito en el botón, este consta de 8 botones que están descritos cada uno de ellos, están colocados secuencialmente para poder tener una mejor navegación entre cada uno de ellos, ya que cada formulario está relacionado uno al otro el botón principal de la información es el plan de mantenimiento.

Figura 30
Módulo de navegación para el plan de mantenimiento

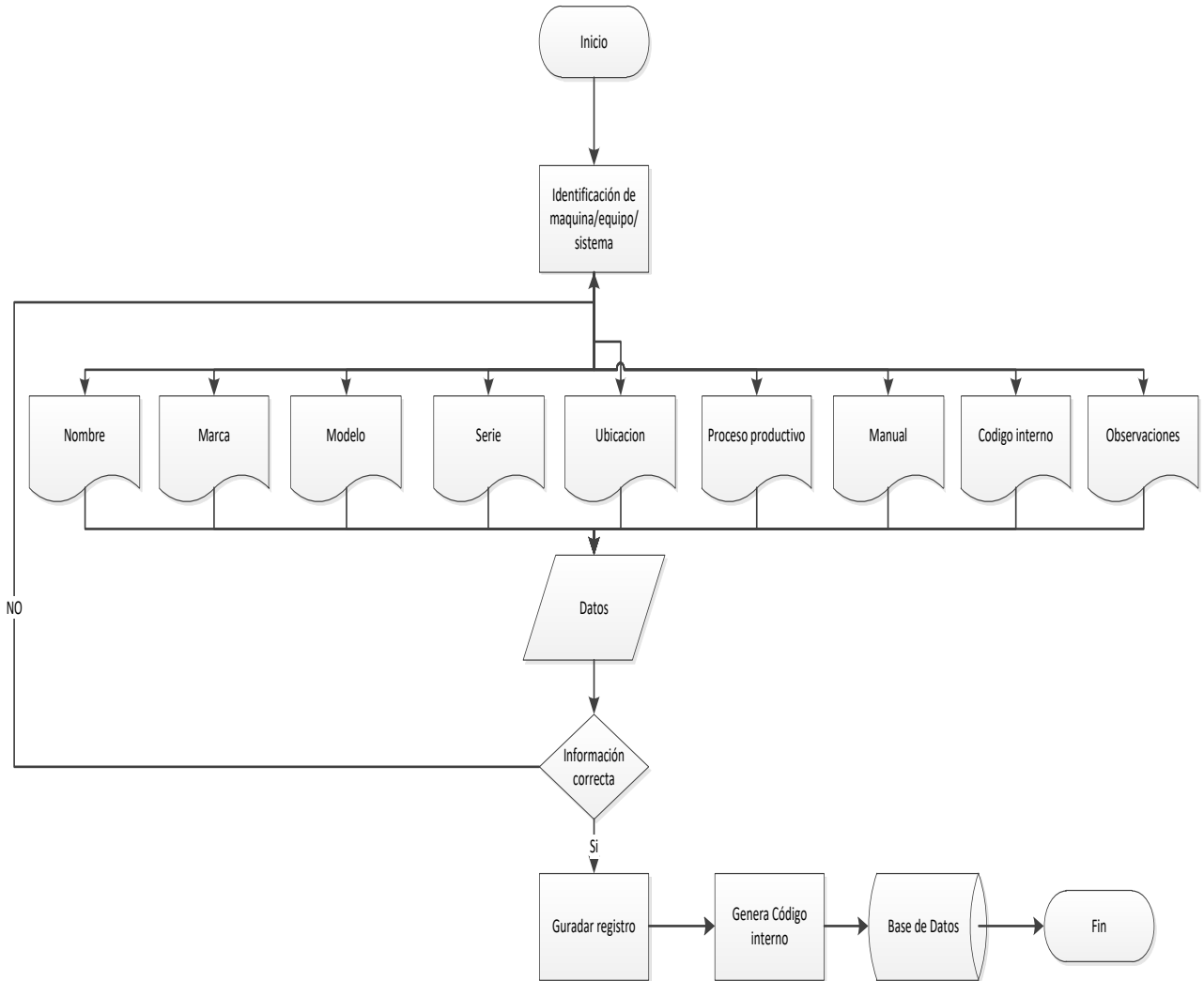


Nota: Elaborado por el investigador

Cada ítem de navegación se lo describió en diagramas de flujo.

Figura 31

Diagrama de flujo para utilizar la identificación de máquinas/equipos/sistemas



Nota: Elaborado por el investigador

Figura 32

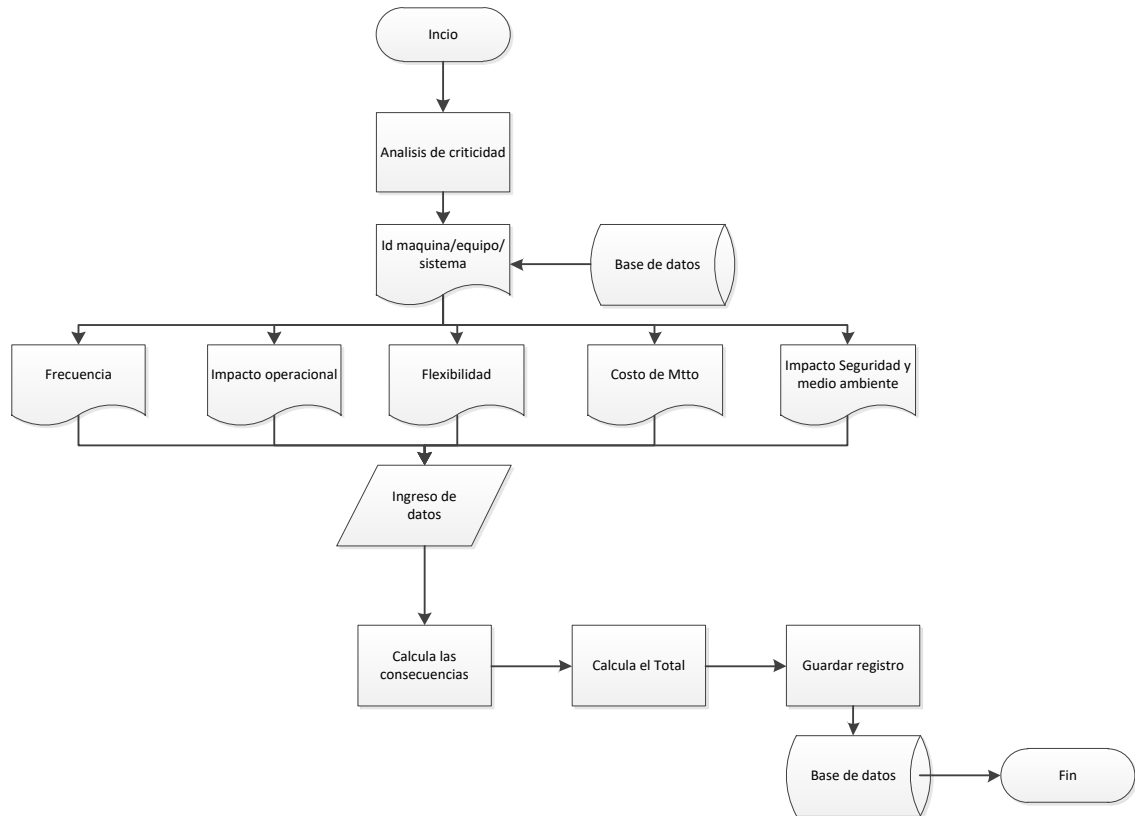
Información registrada en el registro identificación de máquina

Id Maquina/	Maquina/Eq	Marca	Modelo	Serie	Ubicación(p	Área produc	Observador	Codigo intel	Haga
1	Laminadora	Uhlmann	HS-iii	689	Planta No Beta	Laminado	Ingreso la maq	La-La-1	
2	Bombo Mezcla	Aceronix	HD1	225	Cefalosporina	Mezclado	Ingreso a plant	Me-Bo-2	
3	Tableteadora	Stockes	S121	ds222d	Cefalosporina	Compresión	Ingreso a plant	Co-Ta-3	
4	caldero	Autoni	Hs2	f252s	Cefalosporina	Compresión		Co-ca-4	
*	(Nuevo)								

Nota: Elaborado por el investigador

Para la creación de datos se tienen que colocar los datos correspondientes en cada ítem.

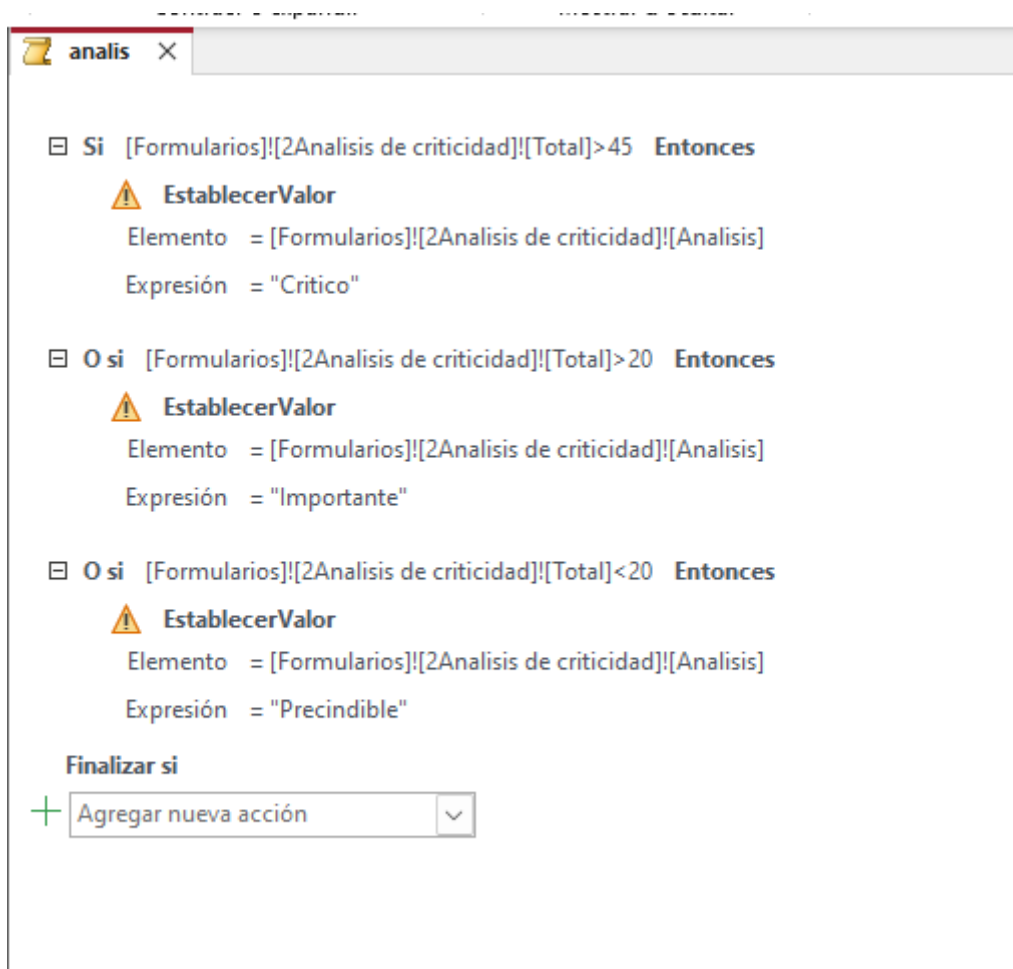
Figura 33
Diagrama de flujo para utilizar el análisis de riesgo



Nota: Elaborado por el investigador

Los datos para las consecuencias y el total se generan automáticamente ya que tienen una hoja de cálculos esto es muy importante para poder determinar si estos son importantes, critico o prescindible, una vez calculado se lo designa con una macro que los clasifica por el total del análisis de riesgo.

Figura 34
Macro para el análisis de riesgos



Nota: Elaborado por el investigador

Con esto se determina qué modelo de mantenimiento se va a elegir, se lo realiza de acuerdo con el diagrama de flujo descrito en el formulario.

Figura 35
Información registrada en el registro análisis de criticidad

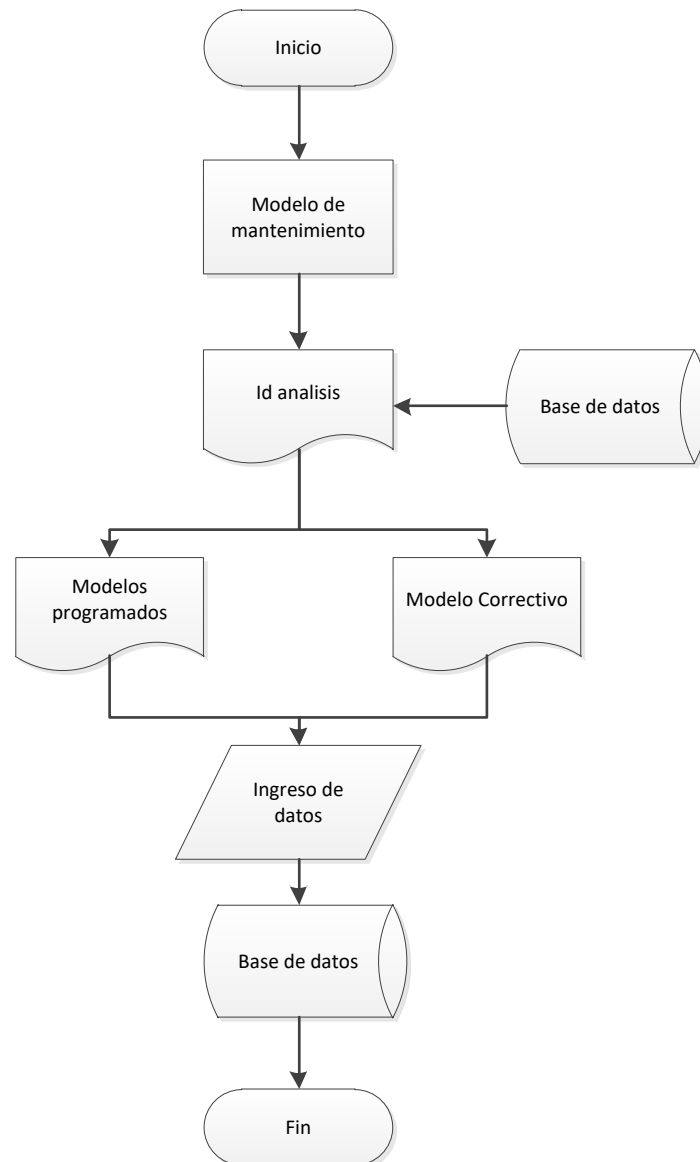
id maquina	Frecuencia	Impacto op	Flexibilidad	Costo de Mt	Impacto seg	Consecuenc	Total	id analisis	Análisis	Haga
1	4	10	4	1	1	42	168	1	Critico	
2	2	2	4	2	1	11	22	2	Importante	
3	2	1	3	1	3	7	14	3	Precindible	
*	0	0	0	0	0	0			(Nuevo)	

Nota: Elaborado por el investigador

Para guardar la información del análisis de criticidad se deben colocar los valores en cada ítem para poder calcular el total una vez teniendo eso se calcula automáticamente el análisis siendo este crítico, importante o prescindible.

Figura 36

Diagrama de flujo para utilizar modelo de mantenimiento



Nota: Elaborado por el investigador

Se introducen los datos con énfasis en si es un modelo programado, el mismo que puede ser de alta disponibilidad, modelo sistemático o modelo condicional, pues el análisis de criticidad que obtengamos también puede ser un modelo correctivo.

Figura 37

Información registrada en el registro de modelos de mantenimientos

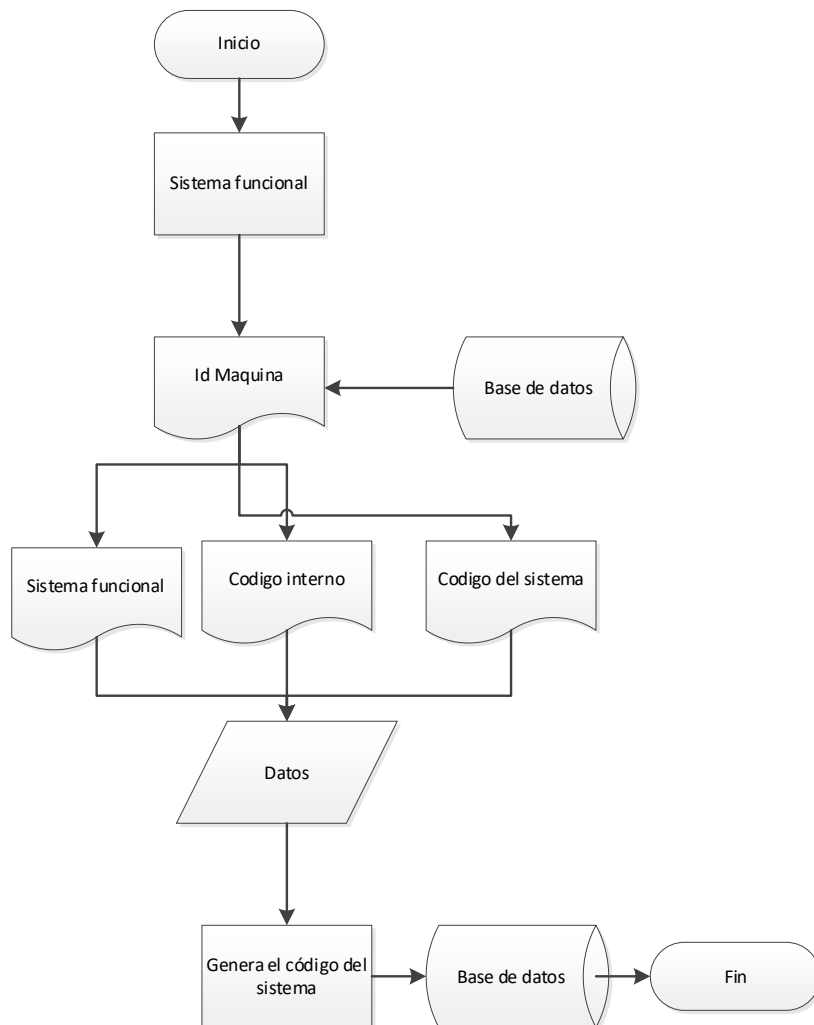
Id modelos	Modelos de mantenimient	Id analisis	Haga clic para agregar
1	Modelo condicional	1	
2	Modelo Correctivo	2	
3	Modelo Correctivo	3	

Nota: Elaborado por el investigador

Los modelos de mantenimientos registrados se los realiza dependiendo el riesgo de criticidad esto se los coloca mediante un diagrama de los modelos de mantenimiento este tiene relación con el análisis de criticidad.

Figura 38

Diagrama de flujo para utilizar el sistema funcional



Nota: Elaborado por el investigador

La relación del sistema funcional tiene con la Id Máquina ya que estos están almacenados en la base de datos.

Figura 39

Información registrada en el registro de sistema funcional

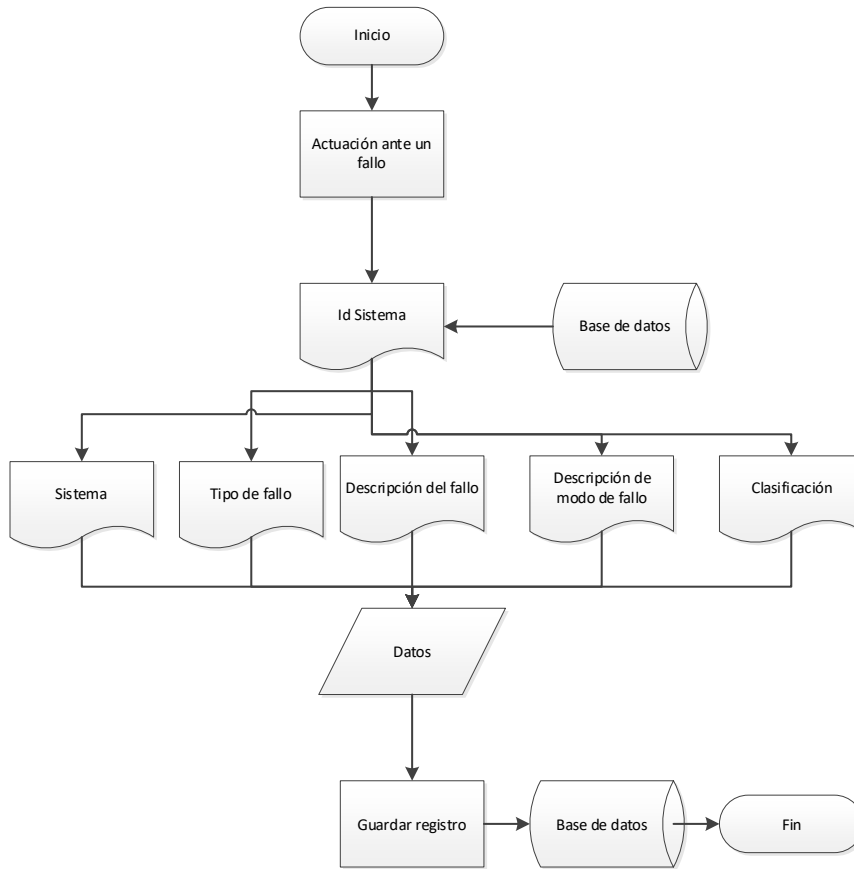
	Id sistema	id maquina	Sistema fun	Codigo inte	Codigo del s	Haga clic para agregar
+	1	1	Sistema mecar	La-La-1	La-La-1-nico	
+	2	1	Sistema electr	La-La-1	La-La-1-rico	
+	3	1	Estructura	La-La-1	La-La-1-tura	
+	4	2	Sistema electr	Me-Bo-2	Me-Bo-2-rico	
+	5	2	sistema mecar	Me-Bo-2	Me-Bo-2-nico	
+	6	2	estructura	Me-Bo-2	Me-Bo-2-tura	
*	(Nuevo)	0				

Nota: Elaborado por el investigador

Para la determinación de los sistemas funcionales esto se lo toma de referencia a las máquinas ya registradas, con esto se le va a colocar los sistemas funcionales para crear un código del sistema que se hace referencia con el código interno de las máquinas/equipos o sistemas.

Figura 40

Diagrama de flujo para utilizar la actuación ante un fallo



Nota: Elaborado por el investigador

Según el diagrama de flujo este tiene relación con los id sistema para la actuación ante un fallo esto se lo observa mediante la base de datos.

Figura 41

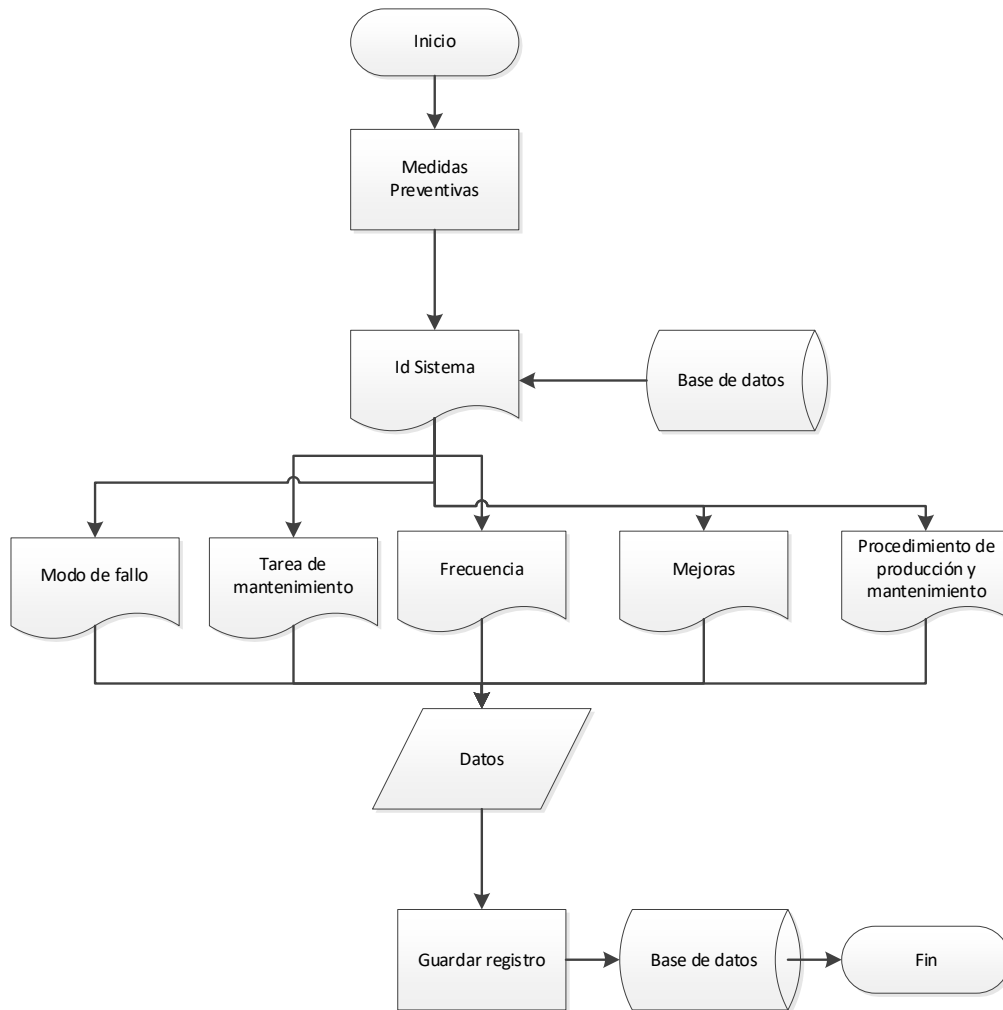
Información registrada en el registro de actuación ante un fallo

Id actuación	Id sistema	Sistema	Tipo de fallo	Descripción del fallo	Descripción modo de fallo	Clasificación	Haga clic para agregar
1	La-La-1-nico	Funcional	la laminadora no enriestra	Disparo de la proteccion ter	A Evitar		
2	2 La-La-1-rico	Técnico	Fugas de agua	Rotura de juntas o bridas	A Amortiguar		
3	5 Me-Bo-2-nico	Funcional	Disparo del bombo por fa	Desicronizacion de los fina	A Amortiguar		
(Nuevo)	0						

Nota: Elaborado por el investigador

Una vez teniendo los sistemas funcionales establecidos se comienza a generar los tipos de fallo, la descripción del fallo se lo va a escribir como para la descripción modo de fallo teniendo esa información estos se los va a clasificar si es a evitar o a amortiguar una vez realizado se guarda en un ítem de la ID actuación

Figura 42
Diagrama de flujo para utilizar medias preventivas



Nota: Elaborado por el investigador

Figura 43
Información registrada en el registro de las medidas preventivas

Id medidas	Modo de fallo	Tarea de mantenimiento	Frecuencia	Mejoras	Procedimiento de producción y mantenimiento	id sistema	Haga clic para...
1	Disparo de la p	Ajuste del rele	Anual	Instalar medid	Indicar en el pi	Indicar en el pi	1
2	Rotura de junt	Inspeccion visi	Semanal		Control consta		2
4	Desincronizacio	Inspeccion visi	Mensual				3
*	(Nuevo)						0

Nota: Elaborado por el investigador

Determinado el modo de fallo en cada sistema se lo hace referencia a cada ID sistema para colocar las tareas de mantenimiento, se coloca de igual manera la frecuencia se lo determina mediante el análisis de criticidad de cada sistema funcional y equipo/máquina o sistema también se colocan mejoras para poder hacer que esto no sea repetitivo o tomar acciones correctivas de igual manera se describe el procedimiento para producción y mantenimiento.

Plan de mantenimiento simulado

Para la elaboración del plan de mantenimiento esto se van a colocar la información correspondiente dependiendo el modelo de mantenimiento y haciendo un análisis de todos fallos y planes de acciones preventivas se comienza a generar un listado de actividades el cual nos ayuda a verificar cada cuando se va a realizar cada mantenimiento

Figura 44
Elaboración de plan de mantenimiento

Tipo/Sistema Maquina/Equipo/Sistema	Codigo interno	Análisis	Modelos de mantenimiento	Sistema funcional	Codigo del sistema	Tarea de mantenimiento	Frecuencia	procedimiento
1 Laminadora	La-La-1	Critico	Modelo condicional	Sistema mecanico	La-La-1-nico	Ajuste del rele termico de disparo del motor	Anual	Indicar en el p
1 Laminadora	La-La-1	Critico	Modelo condicional	Sistema electrico	La-La-1-rico	Inspeccion visual de fugas en juntas y bridas	Semanal	
2 Bombo Mezclador	Me-Bo-2	Importar	Modelo condicional	sistema mecanico	Me-Bo-2-nico	Inspeccion visual de los finales de carrera de l	Mensual	

jueves, 17 de agosto de 2023

Nota: elaborado por el investigador

Es fundamental tener un seguimiento continuo al plan de mantenimiento preventivo para asegurarse de que esté funcionando de manera efectiva y logrando los objetivos esperados. El seguimiento es una parte esencial del proceso de mantenimiento preventivo, ya que permite identificar posibles desviaciones, ajustar las estrategias si es necesario y mantener un registro de las acciones realizadas.

Evaluación del rendimiento el seguimiento permite evaluar si el plan está cumpliendo con los resultados esperados, como la reducción de tiempos de inactividad, el aumento de la disponibilidad del equipo o la prolongación de la vida útil de los activos.

Detección temprana de problemas seguimiento adecuado puede ayudar a identificar tempranamente cualquier problema en el plan o en el equipo, lo que permite tomar acciones correctivas antes de que se conviertan en problemas mayores.

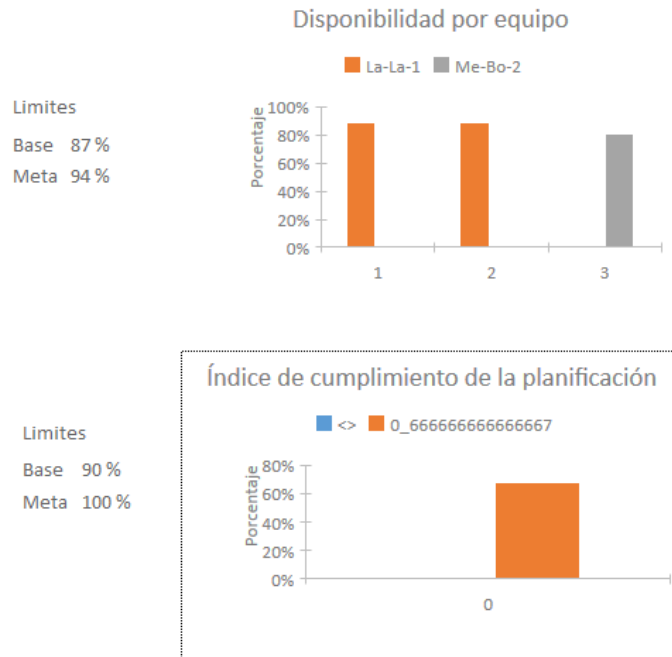
Actualización y mejora del plan a medida que se recopilan datos y se obtiene experiencia, es posible que sea necesario ajustar o mejorar el plan de mantenimiento para hacerlo más eficiente y efectivo.

Control de costos el seguimiento permite evaluar si el plan de mantenimiento está siendo costeable y si está generando ahorros en comparación con el mantenimiento correctivo.

Cumplimiento de normas y regulaciones en ciertas industrias, puede ser obligatorio llevar un registro detallado del mantenimiento realizado, y el seguimiento garantiza que se cumplan con estos requisitos legales.

El seguimiento puede realizarse utilizando una variedad de herramientas, como registros y bitácoras de mantenimiento, sistemas informáticos especializados para el seguimiento de tareas y actividades, análisis de datos de rendimiento del equipo y comparación con los indicadores clave de desempeño (KPI) establecidos.

Figura 45
 Información registrada en los KPIs



Nota: Elaborado por el investigador

Propuesta de mejora

Una vez terminado la simulación y la generación de los indicadores en el apartado anterior se observa la planificación de mantenimiento, en el indicador de la disponibilidad por equipo se observa que se encuentra la máquina ME-BO-02 está por debajo de la base que es 87% a comparación de la otra máquina La-La-01 que este cumple más del 87% pues se debe modificar la actividad de mantenimiento para que este no genere más paros de la máquina por mantenimiento.

Figura 46
 Tabla de datos de las actividades de mantenimiento

Id r	Modo de fallo	Tarea de mantenimiento	Frecuencia	Me
1	Disparo de la proteccion terminca	Ajuste del rele termico de disparo del motor	Anual	Insta
2	Rotura de juntas o bridas	Inspeccion visual de fugas en juntas y bridas	Semanal	
3	Desincronizacion de los finales de carrera de la compu	Limpieza de los finales de carrera con limpiacontactos	Anual	
*	#####			

Nota: Elaborado por el investigador

De igual manera se puede observar que las tareas de mantenimiento no se han elaborado completamente por lo que se tiene un índice de cumplimiento de la planificación por debajo de la base esperada que es del 90% entonces nos puede indicar que hubo algún fallo por el cual no se cumplió ya sea por disponibilidad de las máquinas o no se conseguía algún repuesto esto se refleja en el indicador que se tiene solo un cumplimiento del 66%

Resultados esperados

Los resultados esperados que se pronostican consisten en mejorar el rendimiento y la velocidad de la base de datos: El mantenimiento regular puede ayudar a optimizar la base de datos y eliminar cualquier elemento innecesario o redundante que pueda ralentizarla.

Mayor confiabilidad y estabilidad un plan de mantenimiento puede identificar y corregir cualquier problema o error potencial antes de que causen interrupciones en el sistema. Esto ayuda a garantizar que la base de datos se encuentre siempre disponible y funcionando correctamente.

Reducción del riesgo de pérdida de datos los procedimientos de respaldo y restauración regularmente programados pueden ayudar a minimizar el riesgo de pérdida de datos en caso de fallas del sistema o catástrofes.

Optimización del almacenamiento de datos el mantenimiento preventivo puede ayudar a optimizar el tamaño y la estructura de la base de datos, eliminando datos no utilizados o innecesarios y mejorando así la eficiencia y el rendimiento general del sistema.

Mayor durabilidad y vida útil de la base de datos al realizar un mantenimiento regular se pueden identificar y resolver problemas antes de que se conviertan en algo más grave. Esto puede ayudar a prolongar la vida útil de la base de datos y evitar costosas actualizaciones o migraciones.

Para la propuesta de mejora para la disponibilidad se debe de cambiar la actividad de mantenimiento para la máquina ME-BO-02 para hacer que esta sea de un menor tiempo con ello logramos aumentar la disponibilidad del equipo llegando a un 92%

Tabla 7

Proyección del resultado esperado con la implementación de la herramienta informática

ME-BO-02					
Antes			Despues		
tiempo de funcionamiento	tiempo de paro	% disponibilidad	tiempo de funcionamiento	tiempo de paro	% disponibilidad
25	5	80%	25	2	92%

Nota: La tabla se observa que en la disminución del tiempo de paro por realizar el mantenimiento es reducido a 2 teniendo como resultado una disponibilidad del 92%, Elaborado por el investigador.

De igual manera para tener un mejor control de mantenimiento se tiene en cuenta los tipos de tareas que se proponen para cumplir con el índice de cumplimiento de la planificación, esto nos ayuda para medir el grado de acierto de toda la planificación elaborada.

Cronograma de actividades

Si la empresa quiere implementar la herramienta informática esta debe tener en cuenta la siguiente planificación detallada en la tabla a continuación

Tabla 8

Cronograma de actividades para la implementación de la herramienta informática

N°	Actividades	Dias			
		1	2	3	4
1	Información de la utilidad de la herramienta informática para la empresa				
2	Contrato para la implementación de la herramienta				
3	Capacitación con el área de mantenimiento para la implementación del plan de mantenimiento				
4	Instalación de la herramienta informática en el ordenador que van a utilizar				
5	Explicación del funcionamiento de la herramienta informática y seguimiento de la misma				

Nota: Elaborado por el investigador

Para esto vamos a tener una duración de 4 días de 6 horas laborables para la implementación de la herramienta informática ya que con esto nos ayuda a determinar el seguimiento y funcionamiento en diferentes empresas ya que cada una tiene un

diferente proceso productivo, un plus de la herramienta informática es que se puede ir mejorando, dependiendo el criterio de la empresa.

Análisis de costos

Para el análisis de costos con proyección en un futuro, se toma en cuenta la selección de una herramienta de bajo costo, pues es importante investigar a profundidad para tener los datos necesarios para seleccionar una herramienta informática asequible para el plan de mantenimiento preventivo. Existen muchas opciones en el mercado, tanto gratuitas como de pago, por lo que es importante evaluar cuidadosamente las características y funcionalidades requeridas y seleccionar la opción más económica que satisfaga las necesidades de la empresa.

Automatización de tareas rutinarias utilizar la herramienta informática para automatizar tareas repetitivas, como la generación de informes, actualizaciones de software o copias de seguridad. Esto puede ahorrar tiempo y recursos, ya que el personal no tendrá que realizar estas tareas manualmente.

Monitoreo y alertas en tiempo real implementar una herramienta que permita monitorear la base de datos y enviar notificaciones o alertas en tiempo real en caso de que se detecten problemas o errores. De esta manera, se pueden tomar medidas inmediatas para solucionar los problemas antes de que se conviertan en algo más grave y costoso.

Utilización de análisis predictivo emplear la herramienta para realizar análisis predictivos y detectar posibles fallos o problemas en la base de datos antes de que ocurran. Esto permite tomar medidas preventivas y realizar mantenimiento proactivo en lugar de reaccionar ante problemas inesperados, lo que puede ayudar a reducir los costos asociados con la resolución de problemas.

Capacitación del personal proporcionar capacitación adecuada al personal encargado de utilizar la herramienta informática. Esto garantizará un uso eficiente de la herramienta y maximizará los beneficios obtenidos, evitando así errores costosos o ineficiencias debido a un conocimiento insuficiente.

Evaluación periódica de la efectividad, realizar una evaluación periódica de la efectividad de la herramienta informática y del plan de mantenimiento preventivo

implementado. Esto permitirá identificar posibles áreas de mejora y optimizar el uso de la herramienta para reducir aún más los costos asociados al mantenimiento preventivo.

Para el costo de utilizar la herramienta informática se le ha asignado un solo valor de \$200 que incluye las capacitaciones y seguimiento de este ya que Access 2013 solo necesita un procesador de 32bits o 64 bits de 1GHz y una memoria RAM de 1GB para 32bits y de 2GB para 64bits, se pueden comprar computadores de bajo rendimiento o medio que estimado se calcula de gastos \$250 que nos va a generar un total de \$450.

Tabla 9

Tabla de costos para la implementación de la herramienta informática

	Computadora con paquete de		
1	Microsoft Office	\$ 250,00	un solo pago
1	Capacitación	\$ 50,00	un solo pago
1	Programa	\$ 150,00	un solo pago
	Total	\$ 450,00	

Nota: Elaborado por el investigador

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

1. La realización de una encuesta a 10 diferentes empresas industriales mediante Forms Office es una estrategia eficiente y efectiva para determinar la importancia de implementar una herramienta informática en la gestión de mantenimiento. Esta metodología permitió recopilar datos de diversas organizaciones, obteniendo una perspectiva más amplia y representativa de las necesidades y desafíos que enfrentan en sus procesos de mantenimiento.
2. La investigación para identificar las necesidades más relevantes en la gestión de mantenimiento es crucial para asegurar que la herramienta informática a implementar aborde adecuadamente los problemas y deficiencias existentes en el manejo de activos y recursos. Mediante el análisis y comprensión del desempeño de la herramienta informática, se podrán realizar ajustes y mejoras para optimizar su eficacia.
3. La elaboración de una herramienta informática para la gestión de mantenimiento, apoyada por programas tecnológicos adecuados, representa una oportunidad para diseñar un plan de mantenimiento sólido y adaptado a las necesidades específicas de cada empresa. La integración de tecnología permitirá una mayor automatización, agilidad y precisión en la planificación y ejecución de tareas de mantenimiento, lo que, a su vez, conllevará a una reducción de costos y a un aumento de la eficiencia operativa.

Recomendaciones:

1. Antes de diseñar la encuesta, es fundamental realizar un análisis previo de los aspectos clave relacionados con la gestión de mantenimiento que se desean evaluar. Definir preguntas claras y concisas, enfocadas en determinar la relevancia de la herramienta informática, garantizará la obtención de datos significativos y pertinentes.
2. Al realizar la investigación sobre las necesidades en la gestión de mantenimiento, es importante involucrar a los equipos y departamentos

relacionados con este proceso dentro de las empresas encuestadas. La retroalimentación de quienes están directamente implicados en el mantenimiento permitirá obtener una visión más completa y precisa de los desafíos y áreas de mejora.

3. Durante la elaboración de la herramienta informática, se debe tener en cuenta la usabilidad y la accesibilidad para los usuarios. Realizar pruebas piloto con representantes de las empresas encuestadas ayudará a identificar posibles ajustes y optimizar la funcionalidad de la herramienta.
4. Mantener una comunicación constante con las empresas involucradas en el proceso de implementación de la herramienta informática es esencial para conocer sus necesidades cambiantes y ofrecer actualizaciones y mejoras periódicas. La adaptabilidad y la flexibilidad de la herramienta asegurarán su efectividad a largo plazo.
5. Considerar la posibilidad de capacitar al personal en el uso de la herramienta informática para garantizar una correcta adopción y aprovechamiento de todas sus funcionalidades. La capacitación adecuada mejorará la aceptación y el compromiso con la nueva herramienta, maximizando así sus beneficios para la gestión de mantenimiento de cada empresa.

BIBLIOGRAFIA

- Alberti, A. (6 de Mayo de 2020). *ALS*. Obtenido de <https://www.alsglobal.com/es/News-and-publications/2022/06/qu-es-la-confiabilidad-en-el-mantenimiento>
- esic. (Enero de 2018). *esic.edu*. Obtenido de <https://www.esic.edu/rethink/tecnologia/modelo-entidad-relacion-descripcion-aplicaciones>
- Garrido, G. G. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid: Diaz de Santos S.A.
- Imbaquingo Morales, F. H., & Martínez Zambrano, F. A. (2014). *Mejoramiento de la productividad del mantenimiento mecánico de la Cooperativa de Transporte Noroccidental CÍA. LTDA. mediante la implementación de un software para mantenimiento preventivo y correctivo de las unidades*. Quito: Quito / UIDE / 2014.
- SafetyCulture. (15 de Febrero de 2023). *SafetyCulture*. Obtenido de <https://safetyculture.com/es/aplicacion/software-de-mantenimiento-preventivo-y-correctivo/>
- Sagnier, C. (17 de Diciembre de 2019). *Mobility Work SAS*. Obtenido de <https://mobility-work.com/es/blog/gmao-mejorar-gestion-existencias/>
- Yaulema Pinargote, C. N., & Flores Liriano, R. J. (2021). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo mediante el software profesional mp9 en una industria alimenticia*. Guayaquil: ABYA-YALA.
- Yaulema, C., & Flores, R. (2020). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo mediante el software profesional mp9 en una industria alimenticia*. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana.
- Yaulema, C., & Flores, R. (2020). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo mediante el software profesional mp9 en una industria alimenticia*. Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana.
- Zambelli, R. (26 de Octubre de 2022). *Checklist facil*. Obtenido de <https://blog-es.checklistfacil.com/gestion-de-mantenimiento-industrial/>

ANEXOS

ANEXO 1

Link video tutorial de la herramienta informática

<https://youtu.be/5lwLd0wYAPM>

ANEXO 2

Aprobación de abstract departamento de idiomas

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
Faculty of Engineering, Industry and Production
Industrial Engineering

AUTHOR: LOPEZ ACURIO JEFFERSON ALEXANDER

TUTOR: MG. SARMIENTO ORTIZ FABIAN ALBERTO

ABSTRACT

DEVELOPING A MAINTENANCE PLAN USING A COMPUTER TOOL TO ENSURE

This degree work analyzes conventional maintenance approaches, such as predictive, corrective, or preventive maintenance, which can represent significant expenses and lack of efficiency in companies. Allowing equipment to fail not only entails safety risks, but can also trigger highly detrimental consequences for production, safety, and profitability. To face these challenges, the main purpose is to design a maintenance plan that optimizes the operation of industrial machines. For this purpose, an exhaustive review of the literature related to maintenance management is carried out, focusing on various existing methodologies. Likewise, the computer tools available for planning and monitoring maintenance activities are examined, identifying both their benefits and limitations. The management of the maintenance plan is based on the PHVA cycle methodology, this tool stands out for its key functionalities, which include task scheduling, monitoring of performance indicators, and generating reports. Proposing a continuous improvement model composed of the phases of Plan, Do, Check, and Act. This methodology is widely used in maintenance software programs to ensure that they operate efficiently and effectively. In addition, the maintenance plan and the computer tool have been validated through simulations in an industrial environment. The results obtained are presented, highlighting significant improvements in maintenance availability and in the planning compliance rate. These results are fundamental since they demonstrate the positive impact on the maintenance management of a company.

KEYWORDS: Maintenance management, Maintenance plan, Indicators

