

**“DISEÑO DE UN APLICATIVO DE MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS PARA PYMES
BASADO EN LA HERRAMIENTA DE TPM Y DESARROLLADO EN MICROSOFT
ACCESS. CASO DE ESTUDIO: SECTOR CALZADO”**

JUAN DAVID MEJÍA MONTOYA
DIANA CAROLINA ZULUAGA MARTÍNEZ



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO
BOGOTÁ – 2010**

**“DISEÑO DE UN APLICATIVO DE MANTENIMIENTO DE MÁQUINAS PARA PYMES
BASADO EN LA HERRAMIENTA DE TPM Y DESARROLLADO EN MICROSOFT
ACCESS. CASO DE ESTUDIO: SECTOR CALZADO”**

JUAN DAVID MEJÍA MONTOYA
DIANA CAROLINA ZULUAGA MARTÍNEZ



MARTHA RUTH MANRIQUE
DIRECTORA TRABAJO DE GRADO

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO
BOGOTÁ – 2010**

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	11
GLOSARIO DE TÉRMINOS	13
1. ASPECTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS	14
1.1 ANTECEDENTES	14
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 Objetivo General.....	17
1.2.2 Objetivos Específicos	17
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	18
1.4 METODOLOGÍA.....	20
1.5 MARCO TEÓRICO.....	23
1.5.1 CONCEPTOS BÁSICOS	23
1.5.1.1 Concepto de mantenimiento	23
1.5.1.2 Evolución del concepto	23
1.5.2 GENERALIDADES DEL TPM.....	26
1.5.2.1 Definición.....	26
1.5.2.2 Funcionamiento	26
1.5.2.3 Implementación.....	27
1.5.3 PILARES DEL TPM.....	27
1.5.4 SEIS GRANDES PERDIDAS.....	28
1.5.5 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO.....	29
1.5.6 MANTENIMIENTO PLANIFICADO	31
1.5.7 MEDICIÓN DE LA EFICACIA DEL TPM.....	32
1.5.8 BASE DE DATOS.....	33
1.5.8.1 Definición de Base de datos.....	33
1.5.8.2 Tipos de Base de Datos.....	33
1.5.8.3 Diagrama entidad relación para base de datos	34
2. DIAGNÓSTICO DEL MANTENIMIENTO EN LAS MICROEMPRESAS Y PYMES DE BOGOTÁ.....	35
3. DISEÑO DEL APLICATIVO DE MANTENIMIENTO	36
3.1 ESTABLECER LOS ÍTEMS NECESARIOS PARA EL DISEÑO	36
3.2 DISEÑO DEL APLICATIVO	36

3.2.1	INGRESO DE INFORMACIÓN.....	36
3.2.2	CONSULTA DE INFORMACIÓN.....	37
3.2.3	INFORMES GENERADOS.....	38
3.3	MANUAL DE CREACIÓN DEL APLICATIVO	39
3.3.1	INGRESAR INFORMACIÓN.....	39
3.3.2	CONSULTA DE INFORMACIÓN.....	47
3.3.3	INGRESO Y CONSULTA DE INFORMACIÓN: FORMULARIOS.....	54
3.3.4	CONSULTA DE INFORMACIÓN: INFORMES	58
3.4	MANUAL DE USO DEL APLICATIVO	63
3.4.1	INGRESO DE LA INFORMACIÓN.....	63
3.4.2	CONSULTA DE INFORMACIÓN.....	70
3.4.3	GENERAR INFORMES	75
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL APLICATIVO EN LA EMPRESA FACALVE LTDA.....	78
4.1	FASE IMPLEMENTACIÓN	78
5.	EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL APLICATIVO	80
5.1	FUNCIONABILIDAD DEL APLICATIVO	80
5.2	INDICADORES DE GESTIÓN.....	81
6.	ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DEL PROYECTO	88
	CONCLUSIONES	94
	Recomendaciones	97
	Bibliografía.....	99
Libro		99
Internet		99
Tesis.....		99
ANEXOS		100
Anexo 1		100
Anexo 2		102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Generaciones del mantenimiento industrial.	20
Tabla 2. Acciones de mantenimiento.	24
Tabla 3. Relaciones en Access.	29

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfico 1. Pilares del TPM.	23
Gráfico 2. Diagrama de entidad relación.	29
Figura 1.	34
Figura 2.	35
Figura 3.	36
Figura 4.	37
Figura 5.	37
Figura 6.	42
Figura 7.	43
Figura 8.	43
Figura 9.	44
Figura 10.	44
Figura 11.	46
Figura 12.	46
Figura 13.	47
Figura 14.	49
Figura 15.	50
Figura 16.	51
Figura 17.	51
Figura 18.	52
Figura 19.	52
Figura 20.	52
Figura 21.	53
Figura 22.	54
Figura 23.	54
Figura 24.	54
Figura 25.	55
Figura 26.	55
Figura 27.	56
Figura 28.	56
Figura 29.	57
Figura 30.	57
Figura 31.	58
Figura 32.	58
Figura 33.	59
Figura 34.	59
Figura 35.	60
Figura 36.	60

Figura 37.	61
Figura 38.	62
Figura 39.	62
Figura 40.	63
Figura 41.	63
Figura 42.	63
Figura 43.	64
Figura 44.	64
Figura 45.	64
Figura 46.	65
Figura 47.	65
Figura 48.	66
Figura 49.	66
Figura 50.	67
Figura 51.	68
Figura 52.	68
Figura 53.	69
Figura 54.	69
Figura 55.	70
Figura 56.	70
Figura 57.	71
Figura 58.	71
Figura 59.	72
Figura 60.	72

INTRODUCCIÓN

En un mundo en donde los clientes exigen mayor calidad, a menores costos y en menores tiempos, se hace necesaria una actualización constante de las actividades y de la filosofía de una organización. Por lo cual, la prioridad no recae en desarrollar un producto o un servicio, sino en saber cómo producirlo con la mejor calidad, a menores costos, satisfaciendo las necesidades de los clientes y expandiendo su mercado para convertirse en organizaciones cada vez más rentables.

En la actualidad, existe un entorno apto para el desarrollo de herramientas de medición y control de variables tales como la calidad y la productividad, determinantes en el éxito de las empresas y su permanencia en el sector económico.

El objeto de este estudio, es la identificación de puntos críticos dentro de los procesos de mantenimiento industrial, en el área de manufacturas (caso de estudio: Facalve LTDA.), por medio del uso de herramientas para el control y medición de la calidad y la productividad. Para esto, se hace especial énfasis en la filosofía TPM (Total Productive Maintenance),

Esta filosofía que tuvo su origen en el Japón a inicios de la década de los años 70, basa su teoría en la búsqueda de herramientas que permitan el desarrollo de un mantenimiento industrial. Además, tiene como objetivo incrementar la productividad y la satisfacción del personal involucrado, en aras de concientizar a los trabajadores de la importancia de un plan de mantenimiento.

Este concepto, tiene varios elementos vinculados diferenciados en cuatro generaciones. Conforme se avanza de generación en generación, el TPM se ha enriquecido, sin embargo, no ha sufrido cambios drásticos de concepto, es decir, que cada fundamento incorporado complementa la generación anterior. Actualmente, la filosofía maneja un concepto robusto sobre el verdadero mantenimiento industrial gracias a los aportes de expertos en el tema.

Este trabajo busca, por medio del diseño de un aplicativo de mantenimiento de máquinas para pymes y microempresas, que el concepto de calidad de estas industrias dé un giro que ayude a mantener un control definido sobre los procesos comprendidos durante el desarrollo del producto terminado. Especialmente se concentra en el manejo de los equipos involucrados y en realizar un plan de mantenimiento para maquinaria industrial.

A continuación, se presenta un breve resumen de los aspectos relevantes de este proyecto.

El capítulo 1, inicia con los aspectos teóricos y metodológicos, en aras de contextualizar al lector con los elementos y conceptos básicos para facilitar el entendimiento posterior,

estos son: antecedentes, objetivos, justificación, metodología, y marco teórico, con el fin de contextualizar al lector con los elementos y conceptos básicos del tema para facilitar el entendimiento de la lectura posterior.

El capítulo 2, presenta el diagnóstico realizado en las microempresas y PYMES de Bogotá acerca del tipo de mantenimiento que predomina en la forma de trabajar de estas en la actualidad. Allí, se encuentran los inconvenientes detectados, que se presentan debido a la poca conciencia que se tiene a la hora de realizar un mantenimiento adecuado a sus herramientas y equipos.

El capítulo 3 contiene el proceso detallado de desarrollo que se tuvo en cuenta en el diseño del aplicativo, empezando por establecer los ítems necesarios, un breve resumen del proceso, y por último los manuales de creación y uso del aplicativo, que permiten al usuario identificar las tareas necesarias para realizar un sistema de estas características y finalmente navegar por él sin ningún inconveniente.

El capítulo 4, comprende los pasos que se realizaron para la correcta implementación del aplicativo en el caso de estudio.

En el capítulo 5, se encuentra lo relacionado con la evaluación de la funcionabilidad del aplicativo desde la implementación hasta la evaluación y algunos indicadores que se plantearon con el fin de continuar el proceso de evaluación durante la ejecución del aplicativo, en tiempos posteriores a la culminación de este trabajo.

El capítulo 6, contiene un análisis costo beneficio realizado con el fin de comparar los beneficios económicos y de funcionabilidad que se presentan al implementar el aplicativo de mantenimiento de máquinas para pymes basado en la herramienta de TPM, en comparación con otros software de mantenimiento encontrados en el mercado.

Finalmente, se presentan una serie de conclusiones y recomendaciones realizados por los autores que se creen convenientes acerca del tema.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo ocurre al momento de producirse una falla o una avería, es decir, un error en el sistema durante un periodo de operación del equipo.

Mantenimiento Planeado

El mantenimiento planificado normalmente se establece para lograr dos objetivos: mantener el equipo y el proceso en condiciones óptimas y lograr la eficacia y la eficiencia en costes.

Mantenimiento Preventivo

Este mantenimiento se destaca por realizarse en condiciones controladas, es decir, el sistema no se encuentra bajo ningún error. Este tipo de mantenimiento es posible realizarlo en base a la experiencia del personal a cargo con el fin de identificar los momentos en que es necesario realizar una reparación.

Mantenimiento Predictivo

Con el fin de realizar un mantenimiento predictivo adecuado, es necesaria la implementación de un software que permita determinar en todo momento las condiciones de la máquina ya sea en estado productivo o inactivo. El objetivo de realizar un mantenimiento predictivo es disminuir las interrupciones que generan el mantenimiento preventivo y los paros no programados de producción.

Mantenimiento Proactivo

El mantenimiento proactivo requiere de la integración del personal que conforma la empresa en cada una de las actividades del mantenimiento, es por esto que tiene como fundamento los principios de solidaridad, iniciativa, colaboración, trabajo en equipo. Cada persona independientemente de su cargo, asumirá un rol en las operaciones de mantenimiento, teniendo como objetivo principal, atender a estas en forma prioritaria.

1. ASPECTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS

1.1 ANTECEDENTES

Según el censo realizado por la Cámara de Comercio en el año 2008, la economía bogotana se encuentra conformada en un 88,8% por microempresas, en un 8,6% por pequeñas empresas y en un 2% por medianas empresas. La suma de estos 3 grandes grupos, representa el 99,4% de la economía de Bogotá, por lo tanto, este resulta ser un alto porcentaje que a grande escala, sostiene la economía del país. Además, del 99,4%, el censo muestra que el 78,8% es dedicado al sector de servicios y la industria manufacturera está constituida por el 21,2%. El siguiente proyecto está dirigido a ese 21% de la economía¹.

El concepto de calidad de estas industrias, se basa en el control exclusivamente del producto terminado y no de los procesos involucrados en este, es decir, no se ejerce un control definido sobre todo el proceso de la cadena de suministros, desde la compra de la materia prima, la capacitación de los operarios y el manejo de la maquinaria involucrada, entre otros. Según las encuestas realizadas, se observa que un 34% efectúa mantenimiento quincenal relacionado con mantenimiento correctivo en la mayoría de los casos, un 22% realiza mantenimiento anual y con el mismo porcentaje se representa la ausencia de mantenimiento en estas industrias. Del mismo modo, se encuentra un 50% de paros de producción semanalmente y un 45% demuestra que el operario a cargo de la máquina realiza la reparación de esta cuando se presenta algún fallo, lo cual indica que personas sin capacitación en labores de mantenimiento, están realizando labores no propias de sus actividades. Por lo tanto, para obtener excelentes resultados de calidad de los productos fabricados, se propone atacar uno de los factores influyentes y realizar un plan de mantenimiento para maquinaria industrial.² (Ver anexo 2)

El “ingeniero mecánico John Moubray, consultor en temas de mantenimiento industrial”³ en su libro RCM II (Reliability Centered Maintenance) sostiene que existen tres tipos de generaciones de mantenimiento según su evolución. El mantenimiento primitivo (primera generación, inicia en los años 30), se realizaba en el momento en que la máquina presentaba una falla o “un sonido raro”. La segunda generación se sitúa después de la segunda guerra mundial cuando el mecanizado de la industria aumenta debido a la falta de mano de obra, haciendo necesario un buen funcionamiento de la maquinaria industrial; es aquí donde aparece el término de mantenimiento preventivo. La última generación, tercera, inicia en los años 70 con la revolución tecnológica donde se vio la necesidad de

¹ *Dinámica de la inversión empresarial en la región. Bogotá - Cundinamarca 2007-2008*

² *Ver Anexo 2*

³ *Moubray, John. “Mantenimiento mundial latinoamericano, - RCM” [en línea] [18 de febrero de 2010] Disponible en la web.: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/RCMmax8.asp>*

implementar nuevas técnicas y herramientas en mantenimiento debido a los costos ocultos de producción, es allí donde se posiciona el concepto de mantenimiento planeado.

Se realizó una indagación de información con los estudiantes de la Pontificia Universidad Javeriana de la facultad de Ingeniería Industrial, que se encuentran realizando sus proyectos sociales en microempresas de manufactura, realizando una encuesta que indaga por la información sobre el mantenimiento actual que se lleva a cabo en estas empresas y a través de los trabajos realizados durante el ciclo académico de las asignaturas tales como: Procesos Industriales, Ingeniería de Procesos, Sistemas de Costeo y Gestión de Calidad. A partir de esto, se evidenció que las microempresas no contemplan dentro de sus planes de producción las herramientas de mantenimiento planeado y preventivo de la maquinaria industrial. El mantenimiento realizado en este tipo de empresas hace referencia a la primera generación anteriormente mencionada, es decir cuando sucede un fallo (correctivo).

Por lo tanto, los problemas que se presentan, al no tomar medidas respecto a la importancia de la implementación de un buen mantenimiento como una herramienta fundamental que hace parte del ciclo productivo de una empresa, pueden ocasionar: retrasos en la producción que genera incumplimiento de fechas de entrega a los clientes, defectos en el producto que se reflejan en la calidad de este, re-procesos, exceso de inventarios tanto de materia prima y producto en proceso.

Lo anteriormente mencionado representa un rubro importante dentro de las finanzas de una microempresa, es decir costos ocultos en los que actualmente incurren.

Compañías como 3M, Texas Instruments, Harley Davidson, Aero Energy y Kodak son solo algunos de los casos de éxito de aplicación de herramientas de mantenimiento, las cuales han logrado resultados significativos, por ejemplo:

Texas Instruments ahorro más de 6 millones de dólares en inversiones de capital en solo un año.

Harley Davidson estima haber obtenido un ROI de 10:1 sobre los costos de implementación de TPM.

Aero Energy redujo sus gastos de mantenimiento en equipo seleccionado en un 50%.

Baxter Healthcare (north cove) redujo sus defectos de calidad de 5005/ millón en 1986 a 1471/millón en 1992.

Eastman Kodak bajo de un promedio de 70 órdenes de emergencia diarias a un promedio de menos de 10 en 4 años.

Estos resultados obtenidos, han demostrado que las empresas nombradas se encuentran clasificadas en la tercera generación presentada anteriormente, debido a que han convertido la aplicación de las herramientas de mantenimiento como parte fundamental de su proceso productivo. Algunos de estos elementos dieron a lugar resultados positivos

tales como: aumento de la calidad desde 25% hasta 400%, incremento de disponibilidad de maquinaria de 50% a 85% en un periodo de corto de tiempo, reducción de paros en la producción de entre 20% y 30% a 11% en un año, reducción de inventarios de 45% en un año⁴.

⁴ *Marshall Institute. [en línea]. [19 febrero de 2010] Disponible en la web: www.marshallinstitute.com*

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Diseñar un aplicativo basado en los conceptos de la herramienta del TPM para el mantenimiento de las máquinas en PYMES y microempresas. Caso de estudio: Facalve Ltda.

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Realizar un diagnóstico para determinar las consecuencias de no implementar un plan de mantenimiento sobre la maquinaria en la industria manufacturera, en especial en FACALVE LTDA. (caso de estudio).
2. Determinar las causas por las cuales las microempresas y PYMES (en el caso específico de FACALVE LTDA.), en un 78% no contemplan un plan de mantenimiento dentro de sus operaciones de manufactura.
3. Identificar los elementos de la metodología TPM que resultarían ser adecuados para la implementación de prácticas de mantenimiento en la maquinaria industrial.
4. Establecer las pautas para el diseño de un aplicativo de mantenimiento industrial.
5. Estandarizar los procesos operativos para el desarrollo del mantenimiento, y los sistemas de las máquinas (eléctrico, neumático, mecánico, etc.), a través de una guía de mantenimiento.
6. Diseñar una plataforma que contenga los ítems de trabajo propios del aplicativo y que esté en la capacidad de ajustarse a un sistema de información flexible a los requerimientos de la empresa.
7. Generar información en tiempo real del mantenimiento y gastos realizados por el mismo con el fin que puedan ser cuantificados dentro del presupuesto que manejan las empresas, a través de la implementación del aplicativo, (implementado en el caso de estudio).
8. Realizar un análisis que permita establecer una comparación costo beneficio de la inversión requerida en la implementación de otros tipos de software relacionados con el mantenimiento y el aplicativo de mantenimiento de máquinas para pymes basado en la herramienta de TPM y desarrollado en Microsoft Access.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En la actualidad, el concepto de calidad es una parte fundamental de todos los productos existentes en el mercado. Este concepto se desarrolla alrededor de los primeros años del siglo XX y se definía como el grado de cumplimiento de las características de un producto terminado con respecto a los estándares establecidos previamente para su realización. Posteriormente, a mediados de este siglo el concepto cambia de enfoque para centrarse en las características del producto que podrían satisfacer alguna necesidad de los consumidores de la mejor manera.

El anterior enfoque se basaba en el producto terminado, pero la evolución continuó y hoy en día se puede concebir a la calidad como un término aplicable a la totalidad de la empresa, desde sus procesos de producción, servicio al cliente, y en general en todas las áreas en las cuales la empresa entable alguna relación con los actores del mercado, como proveedores, accionistas, empleados, consumidores finales y con la sociedad en general.⁵

Es por esto que en la actualidad, las PYMES y microempresas se ven en la obligación de buscar herramientas que les permita realizar sus operaciones de manera más competitiva, ahorro en gastos innecesarios y ofrecer productos de alta calidad. De tal manera los métodos y tiempos de producción deben ser cada vez más eficaces, con el fin de maximizar su productividad.

A partir de una encuesta realizada, se encontró que el 78% de las empresas encuestadas no se percatan de la importancia de implementar un plan de mantenimiento dentro de sus operaciones y de los costos que se generan al no realizarlo. También se hallaron otros resultados a partir de las encuestas; se encuentra que las empresas realizan mantenimiento correctivo en igual proporción que el preventivo y un 20% más que el mantenimiento planeado, del mismo modo este mantenimiento es realizado en un 44% por el operario que maneja la máquina y solo un 11% cuenta con un mecánico interno que maneje las situaciones difíciles. Asimismo, un 50% de las empresas tienen demoras aproximadamente de 2 horas en caso de presentarse un fallo lo cual es significativo para las empresas que manejan un solo turno de trabajo ya que esto reduciría a una cuarta parte el trabajo de un día. También se encontró, que en un 44% de las empresas se presentan accidentes industriales en los cuales un 20% incluyen perjuicios a los empleados.

Gracias a esto, nace la necesidad de crear un software diseñado para las pymes y microempresas, que les permita mantener un control detallado del mantenimiento de la maquinaria industrial que manejen en el momento.

⁵ ONG con calidad. [en línea]. [12 marzo de 2010] Disponible en la web: <http://www.ongconcalidad.org>

Este programa debe contar con características especiales que lo hacen factible para todo tipo de compañías dentro de este rango; es decir, el programa debe ser fácil de manejar y que no requiera de una capacitación extenuante para poder ser manejado, que se ajuste a todo tipo de objeto social de las compañías y por último, que arroje datos reales que sirvan para la toma de decisiones.

Se pretende lograr que las compañías obtengan un incremento en la producción, a partir de mantener en excelente funcionamiento la maquinaria en el momento que se necesite, y recalcar que para conseguirlo es necesario realizar la implementación de un plan de mantenimiento apropiado para no incurrir en costos ni riesgos innecesarios. Siguiendo estos lineamientos la implementación de un aplicativo basado en la herramienta del TPM, busca optimizar y resolver todas las variables implícitas de la no realización de mantenimiento a la maquinaria con el fin de garantizar la satisfacción de las necesidades de una industria demandante además de reducir al máximo los gastos tras paradas no planeadas de la producción, retrasos en entrega del producto terminado al cliente, excesos de inventarios re-procesos y otros problemas que se presentan al no realizar un mantenimiento apropiado.

1.4 METODOLOGÍA

OBJETIVO ESPECIFICO	ACTIVIDADES	ASIGNATURAS	FUENTES DE INFORMACIÓN	HERRAMIENTAS
Realizar un diagnóstico para determinar las consecuencias de no implementar un plan de mantenimiento sobre la maquinaria en la industria manufacturera, en especial en FACALVE LTDA. (Caso de estudio).	Realizar encuesta al sector PYME y microempresas. Recolectar información utilizando observación directa. Consolidar la información. Analizar la información recolectada.	Inferencia Estadística. Logística de Mercados.	Personas involucradas en el sector de manufactura de PYME y microempresas.	Encuestas. Análisis Estadístico.
Determinar las causas por las cuales las microempresas y PYMES (en el caso específico de FACALVE LTDA.), en un 78% no contemplan un plan de mantenimiento dentro de sus operaciones de manufactura.	Realizar encuesta al sector PYME y microempresas. Consolidar la información. Analizar la información recolectada.	Inferencia Estadística. Logística de Mercados.	Personas involucradas en el sector de manufactura de PYME y microempresas	Encuestas. Análisis Estadístico.
Identificar los elementos de la metodología TPM que resultarían ser adecuados para la implementación de prácticas de mantenimiento en la maquinaria industrial.	Consultar bibliografía relacionada con el concepto de TPM. Relacionar la información recolectada con el sector de las microempresas y PYMES.	Máquinas y equipos Ingeniería de Procesos	Bibliografía relacionada con el concepto de TPM Trabajos de grado relacionados con el concepto de TPM	Análisis de la información Bases de datos de Pontificia Universidad Javeriana

OBJETIVO ESPECIFICO	ACTIVIDADES	ASIGNATURAS	FUENTES DE INFORMACIÓN	HERRAMIENTAS
Establecer las pautas para el diseño de un aplicativo de mantenimiento industrial.	<p>Verificar los factores genéricos entre máquinas.</p> <p>Establecer los fallos comunes en las máquinas.</p> <p>Establecer las características del mantenimiento actual.</p>	<p>Máquinas y equipos.</p> <p>Ingeniería de Procesos.</p>	<p>Información registrada en medio electrónico.</p> <p>Información registrada en las microempresas y PYMES.</p> <p>Manuales de funciones de las máquinas.</p>	<p>Manuales de funciones de las máquinas por los fabricantes.</p> <p>Bases de datos electrónicas.</p>
Estandarizar los procesos operativos para el desarrollo del mantenimiento, y los sistemas de las máquinas (eléctrico, neumático, mecánico, etc.), a través de una guía de mantenimiento.	<p>Recolección de información de cada uno de los procesos.</p> <p>Establecer las pautas necesarias para un buen mantenimiento.</p> <p>Realizar una guía de mantenimiento.</p>	<p>Máquinas y equipos.</p> <p>Ingeniería de Procesos.</p> <p>Procesos industriales.</p>	<p>Información registrada en medio electrónico.</p> <p>Información registrada en las microempresas y PYMES.</p> <p>Manuales de funciones de las máquinas.</p>	<p>Manuales de funciones de las máquinas por los fabricantes.</p> <p>Bases de datos electrónicas.</p>
Diseñar una plataforma que contenga los ítems de trabajo propios del aplicativo y que esté en la capacidad de ajustarse a un sistema de información flexible a los requerimientos de la empresa.	<p>Establecer los ítems de trabajo.</p> <p>Establecer las relaciones.</p> <p>Establecer los atributos y códigos de los ítems.</p> <p>Diseñar un diagrama de entidad relación.</p> <p>Compilar la información en el sistema de información.</p>	<p>Sistemas de información.</p>	<p>Bibliografía relacionada con los sistemas de información.</p> <p>Información registrada en medios electrónicos.</p>	<p>Diagrama de relación entidad.</p> <p>Diccionario de datos.</p>

OBJETIVO ESPECIFICO	ACTIVIDADES	ASIGNATURAS	FUENTES DE INFORMACIÓN	HERRAMIENTAS
<p>Generar información en tiempo real del mantenimiento y gastos realizados por el mismo con el fin que puedan ser cuantificados dentro del presupuesto que manejan las empresas, a través de la implementación del aplicativo, (implementado en el caso de estudio).</p>	<p>Realizar una prueba del funcionamiento del aplicativo en la empresa caso de estudio. Compilación y organización de la información. Diseñar los formatos de reporte. Establecer las formulas financieras.</p>	<p>Ingeniería Económica. Producción. Contabilidad. Sistemas de información.</p>	<p>Bibliografía relacionada con la contabilidad. Información registrada en medios electrónicos.</p>	<p>Bases de datos. Análisis de costos.</p>
<p>Realizar un análisis que permita establecer una comparación costo beneficio de la inversión requerida en la implementación de otros tipos de software relacionados con el mantenimiento y el aplicativo de mantenimiento de máquinas para pymes basado en la herramienta de TPM y desarrollado en Microsoft Access.</p>	<p>Solicitar cotizaciones con sus respectivas características. Verificar que programas necesitan de capacitación y que costos involucra. Extraer el costo total. Analizar el costo total que involucra el proyecto.</p>	<p>Ingeniería económica y financiera. Sistemas de información.</p>	<p>Cotizaciones de los software de interés</p>	<p>Análisis de costos Bases de datos</p>

1.5 MARCO TEÓRICO

1.5.1 CONCEPTOS BÁSICOS

1.5.1.1 Concepto de mantenimiento

El término de mantenimiento significa literalmente un conjunto de operaciones necesarias para mantener un objeto en estado de eficiencia y por lo tanto se encuentra estrictamente conectado a la conservación.

Antes de la revolución tecnológica, el concepto de mantenimiento era considerado una práctica de reparación unida a la buena administración motivada por un lado por un criterio económico; posteriormente la idea de mantenimiento en el transcurso del tiempo, ha tenido notables transformaciones con una aceleración correspondiente al nacimiento y al desarrollo de la producción industrial.

En la revolución industrial se generó la necesidad del nacimiento de una cultura de mantenimiento por un motivo doble, el primero un aumento demográfico que conlleva a un aumento de demanda y el segundo suplir la demanda existente por parte de la industria emergente a través de una mayor eficiencia productiva. Con el nacimiento y el desarrollo de la producción industrial, aparecen los primeros métodos de mantenimiento debido a que se empezó a generar una conciencia hacia el concepto de mantenimiento ya que este aporta una ventaja económica en cuanto al costo "evitado" es decir los costos ocultos. Por lo tanto el concepto se transforma de una carga inevitable a un factor de competitividad y un factor lucrativo.

Finalmente, desde un punto de vista teórico el mundo se encuentra frente a una evolución del concepto de mantenimiento, tomando como referencia las definiciones más recientes del término, se acoge la ampliación del significado de *una estrategia unitaria de control, de previsión y de intervención que pueda garantizar una relación satisfactoria en el tiempo entre los requisitos de la maquinaria y el rendimiento del sistema*⁶.

1.5.1.2 Evolución del concepto⁷

La evolución del concepto de mantenimiento según el libro "RCMII - Mantenimiento Centrado en Confiabilidad" de John Moubray se basa en tres generaciones principales.

Primera Generación

Comprende desde el año de 1930 y hasta la segunda guerra mundial, la industria de esa época era muy poco mecanizada lo cual conllevaba a que los tiempos muertos que se generaban a raíz de las fallas no fueran de gran importancia y por tanto la revisión periódica de los equipos no era tampoco una prioridad para las empresas. Además la maquinaria utilizada en esa época era muy simple y fácil de reparar por lo que escasamente se realizaban revisiones programadas para la

⁶ Programa De Desarrollo Del TPM: Implantación Del Mantenimiento Productivo Total. Cambridge - Massachusetts: editorial Productivity, 1991. 423 p ISBN 8487022820

⁷ MOUBRAY, John. RCM II (Reliability Centered Maintenance). New York: editorial Industrial press Inc Segunda edición, 1997. 440 p. ISBN 0-8311-3078-4

limpieza y la rutina de lubricación es decir, el mantenimiento que se manejaba se realizaba cada vez que se producía una falla o un “apaga incendios”.

Segunda Generación

Posteriormente a la Segunda Guerra Mundial, se produjo un aumento drástico de la demanda de toda clase de productos e inversamente un descenso significativo de mano de obra en las empresas. Estos cambios aceleraron el proceso de mecanización industrial lo cual conllevaba a las empresas a un incrementar su productividad y con esto el aprovechamiento de la maquinaria existente. Esta exigencia produjo que las compañías introdujeran planes de mantenimiento que ayudaran a prevenir los fallos y de esta manera evitar los paros de producción no previstos.

Bajo esta nueva dirección del mantenimiento, se introdujo el concepto de mantenimiento preventivo el cual se basa fundamentalmente en realizar revisiones periódicas a la maquinaria con el fin de evitar estos retrasos en la producción. Junto con este concepto se desarrollaron nuevas técnicas y herramientas que facilitan la aplicación tales como sistemas de control y planificación del mantenimiento con los mismos objetivos principales que el mantenimiento preventivo en su totalidad.

Tercera Generación

Esta generación tuvo sus inicios hacia mediado de los años setenta cuando el proceso de cambio, aun creciendo rápidamente, dio a lugar a nuevas tecnologías, técnicas e investigaciones. Este aceleramiento de la mecanización siguió aumentando, lo cual causaba volúmenes de producción cada vez más altos, esto conllevaba a que los tiempos muertos por fallas de la maquinaria junto con los costos que originaban, fueran cada vez más notorios. Entre los años sesenta y setenta, esta preocupación ya se observaba en toda la industria.

Debido a la constante de implementación de nuevas herramientas tales como JIT, los efectos de los tiempos muertos cada vez son peores debido a los cambios en la industria a nivel mundial, donde es evidente que las acciones como fallos en la maquinaria y la reducción de materiales en toda la cadena de abastecimiento pueden fácilmente intervenir con el funcionamiento de una planta de producción completa.

El crecimiento de la automatización y la mecanización también significa la confiabilidad y la constante disponibilidad, debido a que igualmente son elementos fundamentales en todos los sectores de la industria. Además, se demuestra que estos fallos en la máquina afectan directamente los estándares de calidad que se han provisto inicialmente.

Conjuntamente los activos físicos llevan a las empresas a estar en constante dependencia de estos, debido al aumento en los volúmenes de venta, sin embargo proporcionalmente al uso de los equipo crece su costo. Es por esta razón, que con el fin de asegurar el máximo retorno de la inversión se debe procurar mantener el funcionamiento de los equipos en la forma más eficiente posible durante un tiempo prudente.

Finalmente, el costo de mantener los equipos en correcto funcionamiento sigue en aumento, en proporción al gasto total. En algunas compañías, el mantenimiento

ocupa el segundo o tercer puesto dentro de los costos operativos y como consecuencia se observa que en solo medio siglo este costo ha pasado de ser casi nulo a ser una prioridad dentro de todas las empresas aunque muchas veces en forma oculta. En otras palabras, la industria en general está empezando a demostrar un mayor interés a los controles de mantenimiento con el fin de que la maquinaria se encuentre en correcto funcionamiento, aunque todavía falta mucho para que se pueda garantizar que todas las actividades se encuentran correctamente planificadas.

Cuarta Generación

Nuevas técnicas

Como se ha mencionado en las otras generaciones, el crecimiento de los conceptos de mantenimiento y de nuevas técnicas ha sido asombroso, además, bastantes personas han sido capacitadas para enfrentar estos nuevos retos de cambio y cada vez surgen aún más.

El desarrollo de las nuevas técnicas haciendo un recuento hasta la tercera generación incluye:

- Herramientas para la toma de decisiones.
- Nuevas técnicas de mantenimiento.
- El equipo de diseño con un énfasis mayor en la fiabilidad y disponibilidad.
- Un cambio importante en el pensamiento de la organización hacia la participación, trabajo en equipo y flexibilidad.

A estos desarrollos se han ido incluyendo nuevas tendencias, filosofías y técnicas de mantenimiento lo cual se termina por centrar en el nuevo enfoque de eliminación de fallos con la utilización de técnicas proactivas.

En la actualidad, no es suficiente detectar los resultados que provocan los problemas ocasionados, ahora es absolutamente necesario identificar las causas que originaron estos fallos con el fin de atacarlos y reducirlos.

Tabla 1. Generaciones del mantenimiento industrial

GENERACIÓN	OBJETIVO	TÉCNICA
PRIMERA	Realizar la reparación una vez ocurrido el daño	Mantenimiento Correctivo.
SEGUNDA	Aumento de la disponibilidad y vida útil de los equipos. Reducir costos	Mantenimiento Planeado.
TERCERA	Aumento de la disponibilidad, seguridad, calidad, respeto al medio ambiente y vida útil de los equipos. Efectividad financiera	Monitoreo. Mantenimiento Planeado. Mantenimiento Correctivo. Sistemas de Información.
CUARTA	Reconocer causas del fallo. Aumento de la fiabilidad de los equipos.	Técnicas Proactivas.

Fuente: realización propia. Información extraída del libro: MOUBRAY, John. RCM II (Reliability Centered Maintenance). New York: editorial Industrial press inc segunda, 1997. 440 p. ISBN 0-8311-3078-4

1.5.2 GENERALIDADES DEL TPM⁸⁹

1.5.2.1 Definición

El Mantenimiento Productivo Total “TPM”, en inglés “Total Productive Maintenance”, es una estrategia desarrollada en Japón hacia el año de 1971 por el instituto “Japan Institute of Plant Maintenance”(JIPM). Este sistema industrial se origina gracias a la necesidad de las compañías por mejorar sus productos y optimizar todos sus recursos. Esta filosofía busca la integración del personal que participa activamente dentro de la compañía con el fin de aumentar la productividad en general de la planta (del personal y la maquinaria).

La definición original del TPM fue presentada por el JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance) y es la siguiente:

“El TPM se orienta a maximizar la eficacia del equipo (mejorar la eficiencia global) estableciendo un sistema de mantenimiento productivo de alcance amplio que cubre la vida entera del equipo, involucrando todas las áreas relacionadas con el equipo (planificación, producción, mantenimiento, etc.), con la participación de todos los empleados desde la alta dirección hasta los operarios, para promover el mantenimiento productivo a través de la gestión de la motivación, o actividades de pequeños grupos voluntarios”.¹⁰

Esta definición, presenta el TPM como un sistema que integra todas las características de los equipos que existen en una compañía y se concentra en dos aspectos fundamentales la correcta implementación de este en la empresa; estos aspectos son la integración de todo el personal y las actividades de los pequeños equipos.

1.5.2.2 Funcionamiento

El TPM se desarrolla mediante actividades realizadas en grupos pequeños conformados por los empleados de la empresa. A través de la definición dada por el JIPM (Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas) se definieron 5 principios:

- Maximizar la eficiencia global
- Crear un sistema de mantenimiento productivo a lo largo de la vida útil del equipo.
- Integrar a todas las áreas que intervienen en la planeación, diseño o uso de los equipos en el mantenimiento de los mismos.
- Involucrar todos los empleados de la compañía en la implementación y seguimiento del TPM
- La clave de éxito de la implementación se encuentra en la motivación de los pequeños equipos de trabajo.

⁸ Programa De Desarrollo Del TPM: Implantación Del Mantenimiento Productivo Total. Cambridge - Massachusetts: editorial Productivity, 1991. 423 p ISBN 8487022820

⁹ SUZUKI, Tokutaro. TPM En Industria De Proceso. Portland: Editorial Productivity Press, 1994. 385 p. ISBN 8487022189

¹⁰ ÁLVAREZ, Humberto “¿Realmente que es TPM?” [en línea]. [15 marzo de 2010]. Disponible en la web: <http://ceroaverias.com/centroTPM/articulospublicados/definicion%20para%20publicar%20en%20web.pdf>

1.5.2.3 Implementación

Para la implementación de cualquier filosofía de trabajo nueva es necesario cumplir con tres requisitos fundamentales: motivación, competencia y entorno de trabajo. Por lo tanto, para ejecutar adecuadamente el TPM es necesario motivar y cambiar la actitud de las personas, aumentar sus habilidades y además crear un entorno de trabajo favorable.

Igualmente se debe tener un plan de trabajo a seguir con una serie de pasos necesarios para la correcta implementación.

- Se debe introducir el TPM como una de las políticas de la empresa. Es necesario fijar metas tanto los altos cargos de la compañía, como los pequeños grupos de trabajo.
- Realizar un plan maestro de trabajo. La función del plan maestro es servir como cronograma dentro de la implementación del TPM.
- Programas de motivación. El éxito de la implementación de cualquier nueva tecnología es la participación de los miembros de la compañía, es por esto que deben ser motivados a involucrarse en el proceso para aportar nuevas ideas.
- Eliminar la resistencia al cambio. En la mayoría de las compañías existe una resistencia cuando se trata de implantar una metodología nueva sin importar cuál sea. Es por esto que se debe diseñar un TPM preliminar, favorezca la implementación futura del TPM removiendo el miedo al cambio.

1.5.3 PILARES DEL TPM¹¹

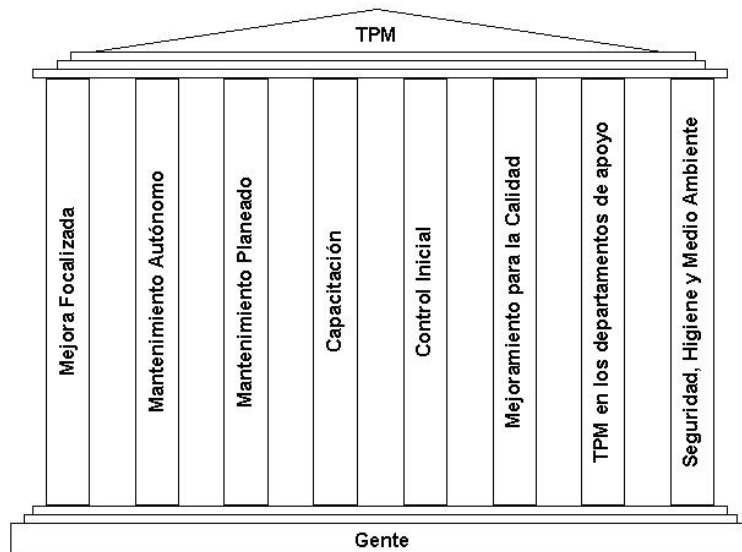
Los pilares del TPM son las actividades fundamentales que deben ser desarrolladas con el fin de realizar la implementación correctamente. Surgieron a través de investigaciones del Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas JIPM, por lo tanto fueron propuestos por el mismo. Cada uno de los 8 pilares tiene una función específica y muy importante a la hora de la implementación.

- Mejora focalizada. Su objetivo es eliminar constantemente las pérdidas originadas dentro del proceso.
- Mantenimiento autónomo. Su objetivo es optimizar los recursos con los que se lleva a cabo una operación con la participación del operario.
- Mantenimiento planeado. Su objetivo es mantener en óptimas condiciones la maquinaria y los procesos.
- Capacitación. Su objetivo es incrementar las habilidades de los trabajadores de la compañía.
- Control inicial. Su objetivo es conocer el estado actual de los equipos y reducir su detrimento con el fin de disminuir los costos de mantenimiento.
- Mejoramiento para la calidad. Su objetivo es lograr el estado “cero averías” tomando prevención en cada uno de los procesos.
- TPM en los departamentos de apoyo. Su objetivo es incrementar la productividad eliminando las pérdidas de los procesos.

¹¹ Programa De Desarrollo Del TPM: Implantación Del Mantenimiento Productivo Total. Cambridge - Massachusetts: editorial Productivity, 1991. 423 p ISBN 8487022820

- Seguridad, higiene y medio ambiente. Su objetivo es generar un entorno de trabajo en el que se garantice un ambiente ameno y sin contaminación.

Gráfico 1. Pilares del TPM



Fuente: Programa De Desarrollo Del TPM: Implantación Del Mantenimiento Productivo Total. Cambridge - Massachusetts: editorial Productivity, 1991. 423 p ISBN: 8487022820

1.5.4 SEIS GRANDES PERDIDAS¹²

La efectividad de un proceso productivo se ve afectado principalmente por seis grandes pérdidas el TPM. Lo siguiente se originó, como una estrategia para atacar y remover estos problemas.

1. Fallas en la maquinaria

Las averías de los equipos causan dos tipos de pérdidas: pérdida de tiempo, por reducción de la producción y pérdidas de cantidad por elementos con imperfectos. Las averías inesperadas regularmente son fácilmente removibles, aunque no en su totalidad, y debido a que causan grandes pérdidas en la compañía, el personal hace lo posible por solucionarlas rápido. Las averías leves crónicas, son apartadas después de realizar pruebas para solucionarlas.

No obstante, es necesario reducir el número de fallas a cero con la finalidad de incrementar la efectividad de la maquinaria.

¹² Programa De Desarrollo Del TPM: Implantación Del Mantenimiento Productivo Total. Cambridge - Massachusetts: editorial Productivity, 1991. 423 p ISBN 8487022820

- II. *Preparación y cambio no programados*
En algunas empresas donde es necesario el cambio instrumental de un equipo en el momento de empezar a producir otra línea de productos, se producen tiempos muertos que originan sobrecostos en la fabricación de los dos productos. Además, en el proceso de acople de la herramienta reemplazada, se pueden producir productos defectuosos generando igualmente una pérdida en el proceso.
- III. *Inactividad y paradas menores*
A menudo, las pequeñas paradas y la inactividad son pasadas por alto debido a que resultan ser difíciles de cuantificar. Estas son ocasionadas por un fallo temporal o cuando la máquina se encuentra totalmente inactiva. Al igual que todas las otras pérdidas es necesario volverlas cuantificables y reducirlas a cero.
- IV. *Reducción en la velocidad*
La pérdida por reducción de velocidad representa la divergencia existente entre la velocidad real operativa y la velocidad diseñada. La producción ideal, estaría dada eliminando esa diferencia entre las velocidades.
- V. *Elementos defectuosos y re-procesos*
Estas pérdidas están ocasionadas por el mal funcionamiento de los equipos. Con el fin de eliminar los defectos de fabricación, es necesario realizar un seguimiento detallado a través de la ruta de la calidad.
- VI. *Puesta en marcha*
Las pérdidas de arranque se originan al momento de empezar la producción, desde su inicio hasta el momento en que la maquinaria logre el equilibrio. La cantidad de productos defectuosos durante este proceso, varía según las características de los equipos (mantenimiento, plantillas, etc.)

1.5.5 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO¹³

El mantenimiento autónomo es uno de los pilares más importantes del TPM. Es básicamente la prevención del deterioro de los equipos y mecanismos. Este mantenimiento es llevado a cabo por los operadores y preparadores del equipo del área de producción, los cuales pueden y deben contribuir a una buena eficacia del equipo. La misión del departamento de producción es producir buenos productos tan rápidamente y baratos como sea posible.

Por lo tanto una de sus funciones más importantes es detectar y tratar con prontitud las anomalías del equipo, el cual resulta el objetivo del mantenimiento. Entonces el mantenimiento autónomo incluye cualquier actividad realizada por el departamento de producción relacionada con una función de mantenimiento, con el fin de satisfacer los planes de producción. Los objetivos de un mantenimiento autónomo son:

¹³ SUZUKI, Tokutaro. *TPM En Industria De Proceso*. Portland: Editorial Productivity Press, 1994. 385 p. ISBN 8487022189

- Evitar el deterioro del equipo a través de una operación correcta y chequeos diarios.
- Llevar el equipo a su estado ideal a través de su restauración y una gestión apropiada.
- Establecer las condiciones básicas necesarias para tener el equipo bien mantenido permanentemente.

Las acciones de mantenimiento están orientadas a mantener el equipo en un estado deseado, es decir evitando y corrigiendo fallos. Algunas son de las siguientes técnicas y actividades de mantenimiento.

Tabla 2. Acciones de mantenimiento.

Operación normal	Operación, ajustes y montaje correctos (evitar errores humanos)
Mantenimiento preventivo	Mantenimiento diario (condiciones básicas del equipo, chequeos) Mantenimiento periódico (chequeos periódicos, inspección, y revisión general periódica)
Mantenimiento predictivo	Verificación de condiciones, servicio a intervalos medios y largos
Mantenimiento de detrimento	Detección pronta de anomalías, reparaciones de emergencia, prevención de repeticiones.

Fuente: SUZUKI, Tokutaro. TPM En Industria De Proceso. Portland: Editorial Productivity Press, 1994. 385 p. ISBN 8487022189

Estas actividades de mantenimiento y mejora se realizan simultáneamente en tres áreas: prevención, medición, y reparación de la falla. Por lo tanto el primer paso es designar las responsabilidades de los departamentos de producción y mantenimiento, de manera que se asegure el programa integrado y esté libre de omisiones y duplicaciones.

La guía y el apoyo son indispensables para establecer el mantenimiento autónomo y hacerlo manera eficaz del programa de mantenimiento. La guía es la siguiente:

- Facilitar instrucciones en técnicas de inspección y ayudar a los operarios a preparar estándares de inspección.
- Facilitar información en técnicas de lubricación, estandarizar tipos de lubricantes y ayudar a los operarios a formular estándares de lubricación.
- Tratar rápidamente el deterioro, las pequeñas deficiencias, y las deficiencias en las condiciones básicas del equipo.
- Dar asistencia técnica en las actividades de mejora tales como eliminar las fuentes de contaminación.
- Organizar actividades de rutina.

Los Siete Pasos

El mantenimiento autónomo se implementa en siete pasos, iniciando por la limpieza inicial y procediendo regularmente hasta la plena autogestión. Se pretende establecer unas condiciones de proceso óptimas aplicando repetidamente interacciones del ciclo de dirección para la mejora continua.

1. Limpieza inicial
2. Eliminar las fuentes de contaminación y lugares inaccesibles
3. Establecer estándares de limpieza, lubricación y apretado de pernos
4. Realizar la inspección general del equipo
5. Realizar inspecciones generales de los procesos
6. Mantenimiento autónomo sistemático
7. Practica plena de la auto-gestión

1.5.6 MANTENIMIENTO PLANIFICADO¹⁴

El mantenimiento planificado normalmente se establece para lograr dos objetivos: mantener el equipo y el proceso en condiciones óptimas y lograr la eficacia y la eficiencia en costes. En un programa de desarrollo del TPM, el mantenimiento planificado es una actividad metódicamente estructurada para lograr los dos objetivos.

Un programa de mantenimiento planificado eficiente combina tan racionalmente como sea posible, el mantenimiento basado en tiempo (TBM), basado en condiciones (CBM) y el mantenimiento en averías.

- Mantenimiento basado en tiempo: consiste en inspeccionar, servir, limpiar el equipo y reemplazar piezas periódicamente para evitar averías súbitas y problemas de proceso.
- Mantenimiento basado en condiciones: utiliza equipos de diagnóstico para supervisar y diagnosticar las condiciones de la máquina, de forma continua o intermitente durante la operación y en inspección durante la marcha. Como su nombre lo indica se pone en marcha en función de las condiciones reales del equipo.
- Mantenimiento de averías: con este sistema se espera a que el equipo falle para repararlo. Se utiliza el concepto de mantenimiento de averías cuando el fallo no afecta significativamente a las operaciones o la producción.
- Mantenimiento preventivo: combina los métodos de TBM y CBM para mantener en funcionamiento el equipo, controlando los componentes, ensambles, accesorios, etc. Se ocupa también de mantener el rendimiento de los materiales estructurales y prevenir la corrosión.
- Mantenimiento correctivo: mejora el equipo y sus componentes de modo que pueda realizarse fiablemente el mantenimiento preventivo. Si el equipo tiene debilidades de diseño debe rediseñarse.

¹⁴ SUZUKI, Tokutarō. *TPM En Industria De Proceso*. Portland: Editorial Productivity Press, 1994. 385 p. ISBN 8487022189

Los Seis Pasos

Montar un sistema de mantenimiento planificado exige una preparación cuidadosa. Es importante desarrollar el mantenimiento planificado según la secuencia siguiente en donde cada departamento de la compañía cooperara.

1. Evaluar el equipo y comprender las condiciones actuales de partida.
2. Restaurar el deterioro y corregir las debilidades
3. Crear un sistema de gestión de la información
4. Crear un sistema de mantenimiento periódico
5. Crear un sistema de mantenimiento predictivo
6. Evaluar el sistema de mantenimiento planificado

1.5.7 MEDICIÓN DE LA EFICACIA DEL TPM¹⁵

Los indicadores de la eficacia del TPM pueden clasificarse en siete tipos.

- **Gestión:** los indicadores de gestión sintetizan muchas actividades individuales. Es esencial reflejar los resultados de las actividades TPM en los indicadores de gestión y mostrar como ayudan a mejorar el rendimiento de la empresa.
- **Eficacia de la planta:** este indicador se compone de otros tres indicadores, los cuales son; disponibilidad, tasa de rendimiento y tasa de calidad. Se evalúa la eficacia de los elementos de equipos clave de los más importantes subprocesos. También se mide el número de fallos ocurridos.
- **Calidad y ahorro de energía:** este resulta un indicador clave de consumo unitario que se encuentra directamente relacionados con los costes de producción. Tres indicadores: número y valor de las garantías, el rendimiento global.
- **Mantenimiento:** se evalúan las mejoras en la fiabilidad y mantenibilidad del equipo y se comprueba como ayudan a elevar la eficacia de la planta y la calidad del producto. También se califica el trabajo realizado por mantenimiento.
- **Salud, seguridad y entorno:** se analizan los fallos y accidentes producidos durante una jornada de trabajo y se diseñan planes y acciones de contingencia para los eventuales accidentes.
- **Formación y moral:** se pretende que los empleados reciban capacitaciones acerca de la importancia del mantenimiento que se debe realizar a las equipos, para reducir los eventuales accidentes en la planta y aumentar la motivación, la confianza de los equipos utilizados.

Evaluación Del TPM

A través de la evaluación se pretende identificar, si la empresa ha cumplido con los objetivos y metas establecidos al implementar la filosofía del TPM. Al igual, se pretende evaluar la eficacia al momento de corregir las fallas ocurridas en el sistema y si se cuenta con los instrumentos, herramientas y conocimientos adecuados para tales eventos.

¹⁵ SUZUKI, Tokutaro. *TPM En Industria De Proceso*. Portland: Editorial Productivity Press, 1994. 385 p. ISBN 8487022189

1.5.8 BASE DE DATOS¹⁶

1.5.8.1 Definición de Base de datos

La base de datos es un depósito que permite guardar una amplia cantidad de información de forma organizada, que luego se puede encontrar y utilizar fácilmente. Es definida como “un conjunto de información relacionada que se encuentra agrupada o estructurada”¹⁷.

Cada base de datos está compuesta por una o más tablas que guardan a su vez un grupo de datos. Este se encuentra organizado en tablas las cuales están definidas por columnas y filas. Las columnas guarda información sobre cada elemento o sujeto, cada fila de la tabal conforma un registro.

Se define entonces una base de datos como una serie de información de datos organizados y relacionados entre sí, los cuales son recogidos y explotados por los sistemas de información de la una empresa. Cuando la información es una lista grande de datos en donde se repiten algunos ítems es necesario recurrir a una base de datos creada mediante un sistema de administración de base de datos, por sus siglas en inglés (DBMS).

Características:

Las bases de datos conservan las siguientes características:

- Independencia lógica y física de los datos
- Redundancia mínima
- Acceso ilimitado por parte de múltiples usuarios
- Integridad de los datos
- Consultas complejas optimizados
- Seguridad de acceso y auditoria
- Respaldo y recuperación

1.5.8.2 Tipos de Base de Datos

Existen diferentes tipos de base de datos:

- MySQL: Base de datos con licencia GPL basada en un servidor. Se caracteriza por su rapidez. Presenta dificultades cuando se usan grandes volúmenes de datos.
- Postgre Sql y Oracle: Base de datos de gran potencia. Está en la capacidad de administrar grandes bases de datos utilizadas a través de intranets y sistemas de grandes calibres.
- Access: base de datos desarrollada por Microsoft. Se maneja a través de la interfaz de Microsoft Access, crea archivos .mdb con la estructura anteriormente explicada. Se caracteriza por su fácil manejo y adaptabilidad a los diferentes requerimientos.
- Microsoft SQL Server: es una base de datos con mayor capacidad que Access. Se utiliza para grandes volúmenes de información.

¹⁶ KENDALL Kenneth y KENDALL Julie E. *Análisis y Diseño de Sistemas*. Mexico: editorial Pretince Hall sexta edición, 2005. 726 p. ISBN 9702605776

¹⁷ *Termino Escuchado por primera vez en 1963, Simposio celebrado en California USA.*

1.5.8.3 Diagrama entidad relación para base de datos

Para entender la forma y estructura de los datos, se necesita información sobre los mismos datos, a la información que describe los datos se le llama metadatos. El sujeto de los datos, se llaman entidades.

Las entidades son cualquier objeto o evento sobre el cual alguien escoge recoger información, es decir persona, lugar, etc. cualquier entidad también puede ser un evento de tiempo tal como la avería de una máquina, venta o pedido realizado. Cada entidad debe estar debidamente documentada, es decir identificar todos los atributos de esta e identificar su código, atributo principal de la entidad. Los atributos es una característica de la entidad, pueden haber muchos atributos para cada entidad.

Las relaciones resultan ser entonces los vínculos o asociaciones entre las entidades. Existen varios tipos de relaciones:

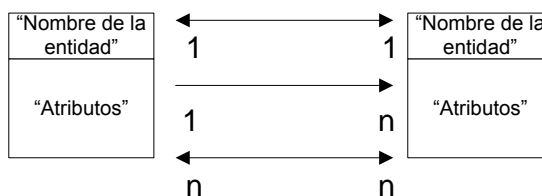
Tabla 3. Relaciones en Access

TIPO DE RELACIÓN	OBJETO DE LA RELACIÓN
Uno a Uno (1:1)	A una entidad le corresponde un atributo de otra entidad, cualquiera puede heredar el código
Uno a Muchos (1:n)	A una entidad le corresponde varios atributos de otra entidad, los "hijos" heredan el código del "padre".
Muchos a Muchos (n:n)	Varias entidades podrán estar relacionadas entre sí a través de los atributos, para los códigos se debe crear una nueva tabla que contenga los códigos de cada entidad.

Fuente: creación propia. Información extraída de: KENDALL Kenneth y KENDALL Julie E. *Análisis y Diseño de Sistemas*. México: editorial Prentice Hall sexta edición, 2005. 726 p. ISBN 9702605776

Por lo tanto el diagrama de entidad relación está conformado por entidades y sus diferentes relaciones y los atributos que componen a las entidades. Ejemplo:

Gráfico 2. Diagrama de entidad relación.



Fuente: creación propia – información extraída de: KENDALL Kenneth y KENDALL Julie E. *Análisis y Diseño de Sistemas*. México: editorial Prentice Hall sexta edición, 2005. 726 p. ISBN 9702605776

Los registros son una colección de datos que tienen algo en común con la entidad descrita. El código es uno de los datos de un registro que se usa para identificar el registro cuando el código identifica de forma única un registro, de llama código primario.

2. DIAGNÓSTICO DEL MANTENIMIENTO EN LAS MICROEMPRESAS Y PYMES DE BOGOTÁ

El procedimiento para el mantenimiento de maquinaria dentro de la compañía de calzado FACALVE Ltda., responde a las características de la primera generación, es decir un mantenimiento correctivo. Cuando ocurre un daño en una máquina inmediatamente se le da el llamado al mecánico para que evalúe la situación y presente un diagnóstico de lo ocurrido y lo corrija.

No existe un control documentado sobre el mantenimiento que se realiza en estas empresas, por lo tanto no se sabe con certeza cuales son las máquinas que presentan dificultades en su funcionamiento, ni existe un registro de las piezas cambiadas a cada máquina o registro de los lubricantes utilizados. El único soporte existente es el de las facturas, lo cual hace insuficiente la información para analizar los fallos continuos de la máquina. Por lo tanto, en el momento que se presente un cambio en la persona encargada de realizar dichos procesos de mantenimiento, empieza desde ceros sin tener ningún conocimiento acerca del historial de las máquinas, es decir, de los “cuidados” que debe tener con la maquinaria.

En el momento que se presenta un mantenimiento correctivo, obligatoriamente se debe parar la producción, ya que las máquinas de esas áreas son indispensables para el cumplimiento del proceso de fabricación del calzado, por lo tanto existen pérdidas monetarias, ya que el tiempo muerto depende del fallo. Cuanto más “grave” sea el detrimento es mayor el tiempo de paro de la(s) máquina(s). Además, otro factor es la facturación de hora hombre durante el tiempo de fallo de la máquina, ya que no se puede suspender el trabajo debido a que existe un cronograma de entrega de producto terminado. Por ejemplo, si la máquina descalzadora presenta fallas, el o los operario/s no pueden abandonar su puesto de trabajo hasta que no se arregle la máquina, sin embargo, existen excepciones en donde el daño no se puede solucionar en unas horas, se suspende la producción y se reanuda cuando el fallo se haya solucionado.

En conclusión, las consecuencias de no implementar un programa y tener una base de datos de mantenimiento en la empresa FACALVE Ltda., son:

- Costo del trabajo realizado por el mecánico cuando se presenta una falla.
- Costo de las horas hombre de los operarios en los tiempos muertos de producción.
- Costo del paro de la producción, y cuellos de botella cuando se reanuden las operaciones.

3. DISEÑO DEL APLICATIVO DE MANTENIMIENTO

El aplicativo de mantenimiento busca ser una solución sencilla para las pequeñas industrias en desarrollo y afianzar el concepto de mantenimiento industrial. Por lo tanto, el diseño del aplicativo debe poseer ciertas características. Debe comprobar su capacidad de resolver problemas de manera rápida y precisa, en segundo lugar, debe poseer la capacidad de ser reusable, es decir que tiene que poder aplicarse en diferentes circunstancias y por sea último, que sea sencillo de utilizar, las veces que sea necesario y en el momento que se le requiera. Pensando en estas características básicas de diseño de programas, se analizaron las diferentes variables y entidades que el aplicativo de mantenimiento debe incluir para ser eficiente y reusable.

3.1 ESTABLECER LOS ÍTEMS NECESARIOS PARA EL DISEÑO

La primera parte del proyecto de diseño del aplicativo consiste en identificar los requerimientos de un mantenimiento industrial apropiado, tales como: información de la máquina, personal a cargo del mantenimiento, piezas indispensables de la máquina y sus respectivos proveedores, lubricantes necesarios para el funcionamiento óptimo de la máquina y sus respectivos proveedores.

3.2 DISEÑO DEL APLICATIVO

El diseño del aplicativo de mantenimiento, se realizó pensando en las necesidades del cliente, lo cual señala que debe ser una interfaz adecuada y fácil de manejar. Además, debe tener la posibilidad de ingresar nueva información al sistema para su consulta posterior y para poder realizar los análisis. Para esto, el programa debe estar en la capacidad de realizar informes con toda la información necesaria y pertinente.

El acceso a la interfaz del programa, se diseñó mediante el uso de botones que permitan el ingreso a las diferentes tablas para la introducción y consulta de los datos, e informes (según los ítems que se desean ver) de cada máquina que sea ingresada a la plataforma. Contiene menús de ayuda sobre cada botón y espacio de tabla que tienen el programa, para que este sea más amigable y sencillo para el usuario, de tal manera que el beneficiario, recurra al manual del programa solo en dado caso que necesite un soporte más exigente.

Finalmente, se decidió dividir el diseño del aplicativo en tres fases, el ingreso de la información, la consulta de la información y por últimos los informes que se van a generar.

3.2.1 INGRESO DE INFORMACIÓN

La primera fase, consiste en el ingreso de información al sistema, para lo cual fueron diseñadas una serie de tablas en las cuales se encuentra contenida la información

necesaria de cada uno de los ítems necesarios para el buen manejo del mantenimiento industrial, anteriormente mencionados. A través de las tablas, la cuales están relacionadas para realizar consultas, se obtendrá la información en forma rápida y exacta, esta parte se explicará en la segunda fase.

Las tablas, por lo tanto, permiten realizar la entrada de información necesaria para cumplir con un mantenimiento óptimo de la máquina. Así se construirá una base de datos robusta, de fácil manejo y apta para el acceso del personal que la utilizará.

Las tablas que fueron creadas finalmente gracias a un análisis detallado de los ítems y mediante la construcción del aplicativo fueron las siguientes:

- Control de mantenimiento: esta tabla incluye los campos, código de máquina, fecha de mantenimiento, persona encargada mantenimiento, cédula persona encargada, RUT y por último la descripción del mantenimiento realizado.
- Hoja de vida máquinas: esta incluye, nombre del equipo, marca, imagen, y un PDF que contiene la factura de compra junto con su ficha técnica.
- Información máquina: esta tabla registra, código de máquina, serie, fecha de recepción del equipo, variables, proceso, garantía, persona encargada (operario), precauciones en su utilización y por último, un historial de mantenimiento hasta la fecha de implementación del aplicativo.
- Lubricación: esta tabla incluye los campos, código de máquina, código lubricante, nombre lubricante, tipo de lubricante, costo lubricante y características lubricante.
- Manuales máquinas: esta incluye, nombre del equipo, marca, imagen, y un PDF que contiene el manual del equipo.
- Nombre, área, marca: esta tabla complementa la información máquina, contiene el código máquina, área, nombre del equipo y marca.
- Piezas repuestos, incluye código máquina, código repuesto, nombre repuesto, motivo de cambio, número de piezas requeridas y costo unitario.
- Proveedor lubricantes: contiene, nombre proveedor, NIT, teléfono, dirección, email y código repuesto.
- Proveedor repuesto: incluye, nombre proveedor, NIT, teléfono, dirección, email y código lubricante.

3.2.2 CONSULTA DE INFORMACIÓN

La segunda fase del programa estará compuesta por el menú de consultas, una vez ingresada la información requerida por el usuario al programa, este también tendrá la posibilidad de modificar la información ya antes ingresada. Se podrán hacer consultas sobre la máquina con toda su información en conjunto, gracias a la posibilidad de relacionar las tablas anteriormente mencionadas en la primera fase. El diseño del sistema está pensado de tal manera que si el usuario ingresa un código designado de la máquina

o La marca de la máquina, o cualquier otra información relevante de la misma, obtendrá como resultado de búsqueda toda la información perteneciente de la máquina, por lo tanto estará seguro que su máquina se encuentra “a punto” o por el contrario aún no se ha realizado el mantenimiento pertinente.

Esta interfaz también tiene la posibilidad, que en dado caso que la máquina necesite el reemplazo de algún repuesto o algún tipo de lubricante, se podrá realizar la consulta a modo de directorio telefónico, los proveedores únicos y exclusivos de cada máquina. Por lo tanto se le ahorra al usuario el tiempo que le tome buscar la información de este por otro medio.

Las consultas creadas con base en las tablas son las siguientes. Sin embargo, estas consultas están sujetas a cualquier tipo de cambio, dependiendo de la información que cada usuario desee obtener.

- Código máquina: esta consulta incluye únicamente el código y nombre de la máquina, y facilita la búsqueda de la máquina únicamente por el número que le corresponde.
- Código lubricante: al igual que la consulta código máquina, contiene el código y el nombre del lubricante únicamente.
- Código repuesto: esta consulta contiene, al igual que las predecesoras, el código y el nombre del repuesto.
- Control de mantenimiento: esta tabla incluye los campos, código de máquina, fecha de mantenimiento, persona encargada mantenimiento, cédula persona encargada, RUT y por último la descripción del mantenimiento realizado.
- Información máquina: esta tabla registra, código de máquina, serie, fecha de recepción del equipo, variables, proceso, garantía, persona encargada (operario), precauciones en su utilización y por último, un historial de mantenimiento hasta la fecha de implementación del aplicativo.
- Lubricación: esta tabla incluye los campos, código de máquina, código lubricante, nombre lubricante, tipo de lubricante, costo lubricante y características lubricante.
- Piezas repuestos: incluye código máquina, código repuesto, nombre repuesto, motivo de cambio, número de piezas requeridas y costo unitario.
- Proveedor lubricantes: contiene, nombre proveedor, NIT., teléfono, dirección, email y código repuesto.
- Proveedores repuestos: incluye, nombre proveedor, NIT., teléfono, dirección, email y código lubricante.

3.2.3 INFORMES GENERADOS

La tercera fase, contiene la parte crucial del sistema que son los informes, estos están compuestos por la información introducida al sistema y con un informe detallado del mantenimiento realizado a la máquina, y el costo de este, ya sea por mano de obra o por

cambio de repuestos o lubricantes. Incluirá posibles recomendaciones y comentarios del personal calificado.

La importancia del informe radica en evaluar la efectividad del aplicativo de mantenimiento, ya que a través de este se podrá comparar los costos del mantenimiento en sí, versus el costo de no haber realizado el mantenimiento a su debido tiempo, es decir paro de la producción, cuellos de botella por ruptura de las piezas de las máquinas, cantidad de producto no terminado, etc. esto se podrá comparar a través de gráficos, que el mismo sistema genera en los informes.

Existe otra parte del aplicativo que no se encuentra implícita en las tres fases anteriormente mencionadas, sin embargo, es importante resaltar que el aplicativo gracias a que se encuentra montado en la plataforma de Microsoft Access, permite programar alertas sobre el mantenimiento preventivo de cada máquina que se encuentre dentro de la base de datos. Por lo tanto el usuario no debe estar consultando continuamente el aplicativo, ya que este le avisara en qué momento se debe realizar el mantenimiento de la máquina.

3.3 MANUAL DE CREACIÓN DEL APLICATIVO¹⁸

3.3.1 INGRESAR INFORMACIÓN

Creación de tabla de datos

Para crear una tabla de datos se debe hacer clic en la pestaña “Crear” para visualizar las opciones. En el marco de “Tablas” se puede seleccionar las siguientes opciones:

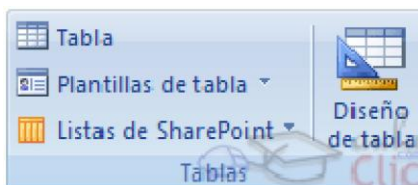


Figura 1

El botón “Tabla” abre la “Vista Hoja de datos”, consiste en introducir directamente los datos en la tabla y según el valor que sea introducido en la columna se determinará el tipo de datos que contendrá.

“Plantillas de tabla” crea una tabla de entre un listado que tiene predefinido, abre una tabla de este tipo y sólo se deberá ingresar los datos.

¹⁸ Whitehorn, Mark y Marklyn Bill. Accessible Access. Editorial Springer, 2005. 445 p. ISBN 978-1-85233-949-4.

“Listas de SharePoint” consiste en crear un objeto compatible con un sitio SharePoint desde el que se podrán compartir los datos almacenados en la lista o tabla con otras personas con acceso al mismo sitio.

A continuación se explicará la forma de crear una tabla en “Vista diseño”. Este método consiste en definir la estructura de la tabla, es decir, definir las distintas columnas que esta tendrá y otras consideraciones como claves, etc. esto se explicará a través de este manual.

Otra manera rápida de llegar a la vista Diseño es seleccionando la vista desde la pestaña “Hoja de datos”, o haciendo clic en el botón de “Vista de Diseño” en la barra de estado:

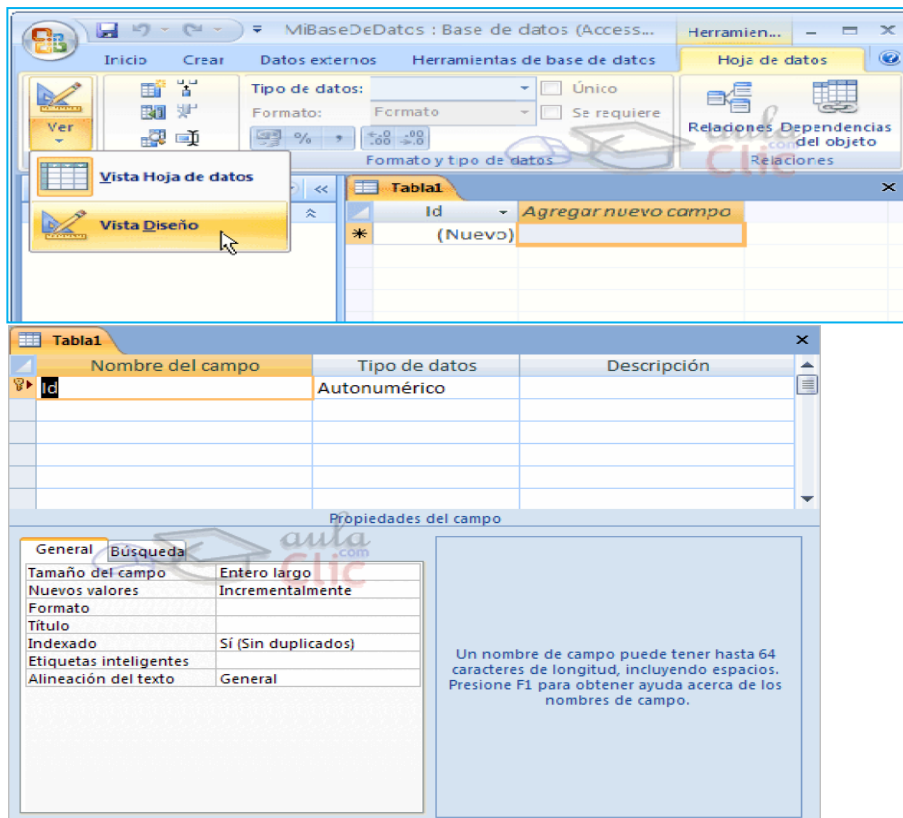


Figura 2

En la pestaña se tendrá el nombre de la tabla. A continuación se tiene la casilla donde se deben definir las columnas que componen la tabla, se utiliza una línea para cada columna, así en la primera línea (fila) de la casilla se define la primera columna de la tabla y así sucesivamente.

En la parte inferior se tiene a la izquierda dos pestañas (“General” y “Búsqueda”) para definir las propiedades del campo es decir las características adicionales de la columna que se definirán.

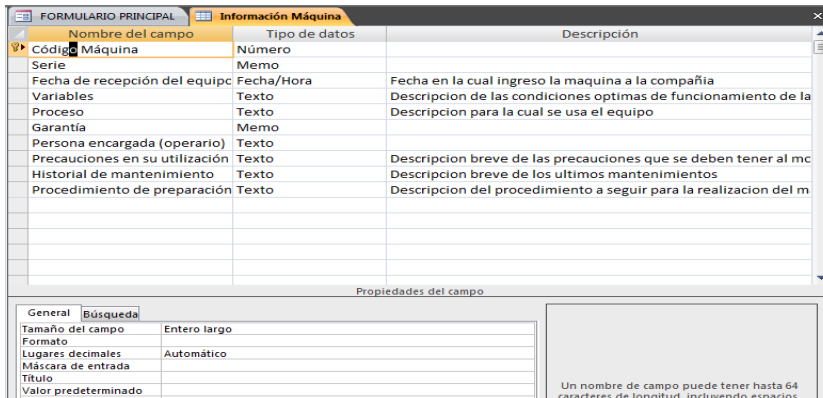


Figura 3

En la primera fila se debe escribir el nombre del primer campo, al pulsar la tecla INTRO pasamos al tipo de datos, por defecto, Access pone Texto como tipo de dato. Si se desea cambiar el de tipo de dato, hacer clic sobre la flecha de la lista desplegable de la derecha y elegir otro tipo.

La clave o Llave principal

Antes de guardar la tabla se debe asignar una clave principal.

La clave principal proporciona un valor único para cada fila de la tabla y nos sirve de identificador de registros de forma que con esta clave se pueda conocer sin ningún tipo de equivocación el registro al cual identifica. No se puede definir más de una clave principal, pero se puede tener una clave principal compuesta por más de un campo.

Para asignar una clave principal a un campo, seguir los siguientes pasos:

- Hacer clic sobre el nombre del campo que será la clave principal.
- Hacer clic sobre el botón Clave principal en el marco Herramientas de la pestaña Diseño.

A la izquierda del nombre del campo aparecerá una llave indicando que dicho campo es la clave principal de la tabla. Si se desea definir una clave principal compuesta (basada en varios campos), seleccionar los campos pulsando simultáneamente la tecla Ctrl y el campo a seleccionar y una vez seleccionados todos los campos hacer clic en el botón anterior.

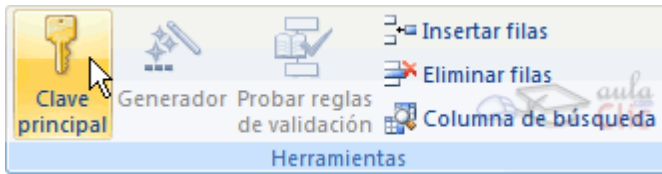


Figura 4

Importante:

Recordar que un campo o combinación de campos que forman la clave principal de una tabla no puede contener valores nulos y no pueden haber dos filas en la tabla con el mismo valor en el campo/s clave principal.

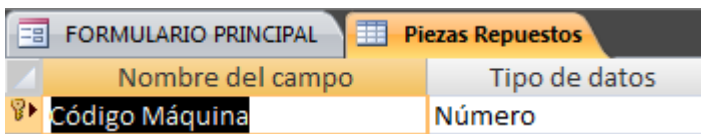


Figura 5

Cuando la tabla creada este completa se podrá guardar a través del botón de “Guardar”.



Criterios de la tabla de “Información Máquina”

Los criterios que se tuvieron en cuenta para incluir los campos correspondientes a la tabla de “Información Máquina” se basan en una hoja de vida de la máquina para tener el conocimiento básico sobre esta.

La tabla de información de máquina contiene:

- Código Máquina: Mediante este campo se podrá identificar y realizar un seguimiento más fácil a la máquina junto con su información, este código también permitirá realizar una búsqueda conjunta con la demás información relacionada, es decir realizar consultas rápidas sobre el estado actual de esta y poder generar un informe.
- Descripción Equipo: Este campo contiene información relacionada con la ubicación de la máquina dentro de la planta de producción (Área), La marca del equipo para obtener información relacionada con los repuestos y lubricantes necesarios y el nombre que corresponde al proceso que realiza dentro de las operaciones de producción de la empresa.
- Serie: Este campo corresponde al código de fabricación de la máquina el cual permite identificarla de máquinas similares que se encuentren trabando en la misma área.

- Fecha de recepción del equipo: Permite conocer información de la antigüedad de la máquina al igual de la duración de la garantía.
- Variables: Descripción de las condiciones óptimas del funcionamiento de la máquina.
- Garantía: Se determina la duración de la garantía del equipo.
- Proceso: operación o tarea en la cual se hace uso de la máquina
- Persona encargada: Contiene la información básica es decir el nombre del operario que utiliza continuamente la máquina.
- Precauciones en su utilización: Describe las precauciones que se deben tener al momento de darle uso a la máquina. Permite evitar eventuales daños al equipo y al usuario.
- Historial de mantenimiento: Especifica el record de los mantenimientos más relevantes realizados a la máquina en cuestión.
- Procedimiento de preparación: Describe brevemente la manera de poner a “punto” la máquina, es decir las condiciones óptimas para el funcionamiento.

Criterios de la tabla “descripción equipo”

Contiene los siguientes campos:

- Código máquina: Mediante este campo se podrá identificar y realizar un seguimiento rápido a la máquina junto con su información, este código también permitirá realizar una búsqueda conjunta con la demás información relacionada.
- Área: ubica cada equipo en un área específica de la empresa.
- Nombre del equipo: ubica al equipo por nombres que sean reconocidos para el personal de la empresa.
- Marca: debido a que existen diversas máquinas con el mismo nombre, es conveniente utilizar las marcas para hacer una diferenciación entre sí.

Criterios de la tabla de “Información de Mantenimiento”

La tabla contiene los siguientes campos:

- Código mantenimiento: contiene un código que permite asociar un mantenimiento a cada máquina.
- Código máquina: Mediante este campo se podrá identificar y realizar un seguimiento más fácil a la máquina junto con su información, este código también permitirá realizar una búsqueda conjunta con la demás información relacionada, es decir realizar consultas rápidas sobre el estado actual de esta y poder generar un informe.

- Fecha de mantenimiento: Contiene la fecha del último mantenimiento realizado, de esta manera el sistema generara una alerta para avisar del próximo mantenimiento.
- Persona encargada del mantenimiento: Contiene la información de la persona encargada del mantenimiento regular de la máquina, ya sea personal propio de la compañía o personal externo a esta.
- Cédula persona encargada: se utiliza para identificar a cada persona que colabora con las labores de mantenimiento.
- RUT: por obligación tributaria, cada contrato por prestación de servicios, debe existir un RUT de la personas o personas encargadas.
- Mantenimiento Realizado: Contiene una descripción breve de mantenimiento realizado a la máquina, debe incluir repuestos cambiados lubricante utilizados y procedimiento ejecutado.
- Costo del servicio: contiene los rubros correspondientes a los costos del servicio ocasionado por el mantenimiento preventivo.

Criterios de la tabla de “Piezas de Repuestos”

Esta tabla contiene los campos relacionados con la información principal de las piezas cambiadas durante el mantenimiento de la máquina. Contiene los siguientes campos:

- Código del repuesto: Mediante este campo se podrá identificar y realizar un seguimiento más fácil a la pieza junto con su información, este código también permitirá realizar una búsqueda conjunta con la demás información relacionada, es decir realizar consultas rápidas sobre el estado actual de esta y poder generar un informe.
- Código máquina: Mediante este campo se podrá identificar y realizar un seguimiento más fácil a la máquina junto con su información, este código también permitirá realizar una búsqueda conjunta con la demás información relacionada.
- Nombre del repuesto: Permite identificar nombre del repuesto que ha sido removido y reemplazado durante el mantenimiento.
- Motivo Cambio: Descripción breve de la razón del cambio del a pieza de la máquina.
- Número de piezas requeridas: Contiene la información de la del número de piezas que han sido removidas y cambiadas de la máquina.
- Costo unitario: Muestra el costo unitario por pieza.
- Costo total: Permite conocer el costo total del cambio de las piezas relacionadas con la máquina, donde esta información será adjuntada al informe global de la máquina.

Criterios de la tabla de “Proveedor de Repuestos”

Esta tabla contiene los campos relacionados con el proveedor de repuestos, lo cual permite realizar un seguimiento más preciso al mantenimiento de la máquina, al igual permite tener un acceso inmediato de las referencias y el distribuidor de tales elementos.

- Nombre del Proveedor de Repuestos: Permite identificar el proveedor del repuesto al igual la marca del repuesto que se está utilizando para dicha máquina.
- NIT Proveedor: Identifica al proveedor de manera más precisa.
- Teléfono del Proveedor de Repuestos: Permite ubicar de manera fácil y eficaz en el momento que se requiera de los repuestos para dicha máquina.
- Dirección Proveedor: Permite ubicar de manera geográfica el almacén de los repuesto para una eventual recogida de estos.
- E-mail: Contiene la información del correo electrónico del proveedor para realizar eventuales pedidos.
- Código del repuesto: Mediante este campo se podrá identificar y realizar un seguimiento más fácil del repuesto junto con su información, este código también permitirá realizar una búsqueda conjunta con la demás información relacionada, es decir realizar consultas rápidas sobre el estado actual de esta y poder generar un informe.

Criterio de la tabla de “Proveedor de lubricantes”

Este tabla contiene los campos relacionados con el proveedor de Lubricantes, lo cual permite realizar un seguimiento más preciso al mantenimiento de la máquina, al igual permite tener un acceso inmediato de las referencias y el distribuidor de tales elementos.

- Nombre del Proveedor de Lubricantes: Permite identificar el proveedor del lubricante al igual la marca del lubricante que se está utilizando para dicha máquina.
- NIT Proveedor: Identifica al proveedor de manera más precisa.
- Teléfono del Proveedor de Lubricante: Permite ubicar de manera fácil y eficaz en el momento que se requiera de los lubricantes para dicha máquina.
- Dirección Proveedor: Permite ubicar de manera geográfica el almacén de los lubricantes para una eventual recogida de estos.
- E-mail: Contiene la información del correo electrónico del proveedor para realizar eventuales pedidos.
- Código del lubricante: Mediante este campo se podrá identificar y realizar un seguimiento más fácil del lubricante junto con su información, este código también permitirá realizar una búsqueda conjunta con la demás información relacionada, es decir realizar consultas rápidas sobre el estado actual de esta y poder generar un informe.

Criterios de la tabla de “Lubricación”

- Código del lubricante: Mediante este campo se podrá identificar y realizar un seguimiento más fácil al lubricante junto con su información, este código también permitirá realizar una búsqueda conjunta con la demás información relacionada, es decir realizar consultas rápidas sobre el estado actual de esta y poder generar un informe.
- Nombre del Lubricante: Permite identificar nombre del Lubricante que ha sido utilizado y reemplazado durante el mantenimiento.
- Tipo de Lubricante: Permite identificar la composición química y física del compuesto del lubricante para determinada máquina.
- Costo del lubricante: Permite conocer el costo total del Lubricante relacionado con la máquina, donde esta información será adjuntada al informe global de la máquina.
- Características lubricante: permite conocer el grado de viscosidad, y otras características que podrían ser útiles.

Criterios de la tabla de “Manuales Máquinas”

En esta tabla se encuentran todos los manuales de las máquinas utilizadas en la planta de producción, de tal manera que se puede tener un acceso rápido a una guía del uso y sus componentes en dado caso que se le requiera.

Criterios de la Tabla de “Hoja de vida”

En esta tabla se encuentra un resumen del curriculum de la máquina, que garantiza un apropiado inventario y resumen de la historia de la máquina lo cual facilitará el manejo de estos y del propio mantenimiento¹⁹

¹⁹ Manrique Martha, Presentación “Instalación y Mantenimiento de Equipos” Diapositiva 19 “Hoja de vida - Ficha Técnica” Power Point, 2008.

3.3.2 CONSULTA DE INFORMACIÓN

En una base de datos, las consultas son objetos que permiten recuperar los datos ingresados de una tabla, modificarlos e incluso almacenar el resultado en otra tabla.

Una vez creadas las tablas necesarias, se prosigue a la creación de las consultas. Para esto, es necesario conocer cuáles son las necesidades del usuario del aplicativo, con el fin de crear exactamente lo que se está buscando.

TIPOS DE CONSULTAS

Existen 3 tipos diferentes de consulta:

Consultas de selección.

Son aquellas consultas que muestran los datos de una tabla que cumplen ciertos criterios previamente especificados. Una vez la consulta despliegue el resultado, se pueden consultar los datos y a su vez modificarlos (esto se podrá, o no hacer según las restricciones que se ingresen).

Consultas de acción.

Son consultas permiten realizar cambios a los campos registrados. Existen diversos tipos de consultas de acción que son: de eliminación, de actualización, de datos anexados y de creación de tablas.

Consultas específicas de SQL.

Son consultas que no se pueden ser definidas desde la cuadrícula de Access, sino que se deben definir directamente en el lenguaje SQL.

Para el caso del aplicativo, serán utilizadas las consultas de selección, que están en la capacidad de mostrar y a su vez modificar la información.

CREAR UNA CONSULTA

Para la creación de una consulta inicialmente se debe abrir la base de datos donde se encuentra la consulta que se desea crear. A continuación, existen dos maneras de realizar la creación de consultas.

En la pestaña Crear, hacer clic en el botón Diseño de Consulta.

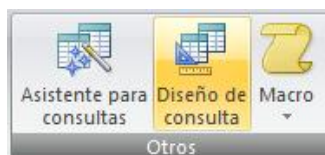


Figura 6

Crear una consulta con ayuda del asistente para consultas:

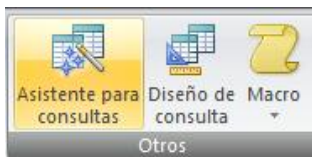


Figura 7

Una vez se selecciona el botón “Asistente para consultas” aparecerá el siguiente cuadro de diálogo:

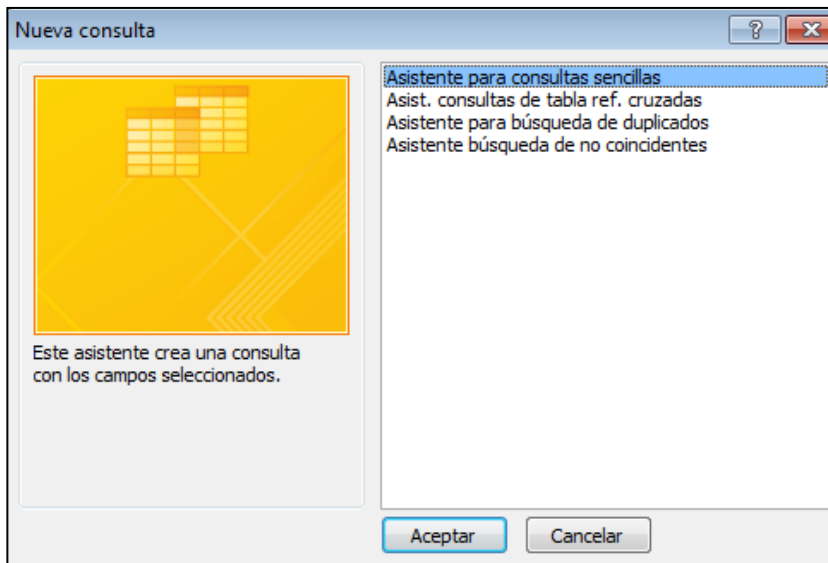


Figura 8

El Asistente para consultas sencillas, crea una consulta de selección sencilla como se explicó en el apartado anterior, es decir, en base a los campos que se deseen conocer.

El Asistente para consultas de tabla referencias cruzadas, se utiliza cuando se desea representar una consulta sumaria con dos columnas de agrupación, como una tabla de doble entrada en la que cada una de las columnas de agrupación es una entrada de la tabla.

En algunos casos en que se recopilan datos de orígenes diversos se podrá presentar el inconveniente de la información duplicada. Puede ocurrir que al reunir los datos, se encuentren registros duplicados o bien registros que han sido ingresados más de una vez por distintos operadores, con pequeñas diferencias entre ellos. En estas situaciones, se utiliza el Asistente para búsqueda de duplicados.

Asistente para búsqueda de no coincidentes. Una consulta de este tipo, sirve para buscar los datos del campo de una tabla, que no están en un campo equivalente en otra tabla.

Teniendo en cuenta la primera forma de creación de consultas, se prosigue de la siguiente manera.

Al entrar en la Vista Diseño de consulta, inicialmente solicita las tablas de las que la consulta extraerá los datos con un cuadro de diálogo como el siguiente:

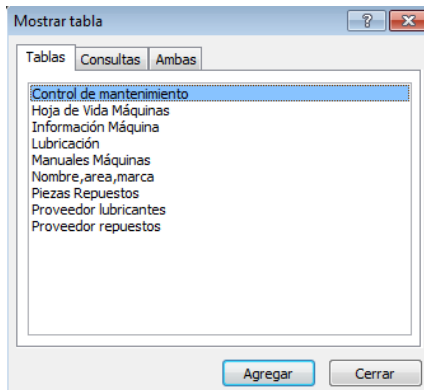


Figura 9

Se deben seleccionar las tablas las cuales contienen los campos que se desean visualizar en la consulta, y presionar el botón Agregar. Finalmente hacer clic sobre el botón Cerrar e inmediatamente aparecerá la ventana Vista Diseño de consultas.

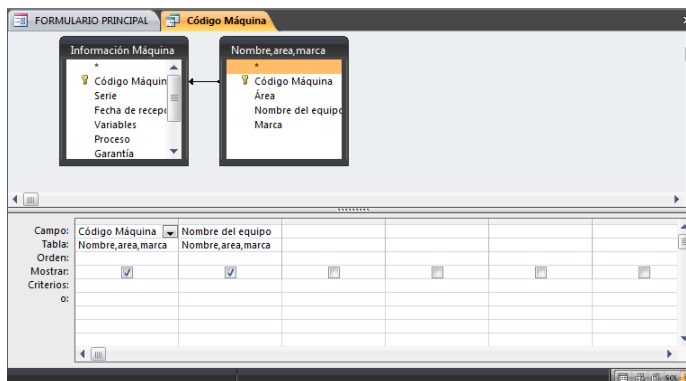


Figura 10

Al observar la pantalla, en la parte superior se encuentra la zona de tablas, es decir, donde aparecen las tablas añadidas con sus correspondientes campos, y en la parte inferior la cuadrícula denominada QBE (Query-By-Example), se lleva a cabo la definición de la consulta. Cada columna de la cuadrícula corresponde a un campo.

Cada fila tiene una intención de acuerdo a su denominación:

Campo: en esta fila, se ubica el campo que se desea utilizar, puede ser el nombre de un campo de la tabla y también puede ser un campo calculado.

Tabla: nombre de la tabla de la que se extrae el campo.

Orden: sirve para ordenar en orden ascendente o descendente las filas del resultado.

Mostrar: si la casilla de verificación aparece desactivada la columna no aparecerá en el resultado, se suele desactivar cuando se requiere el campo para definir la consulta aunque no se quiere que aparezca en el resultado.

Criterios: sirve para especificar un criterio de búsqueda. Un criterio de búsqueda es una condición que deben cumplir los registros que aparecerán en el resultado de la consulta.

Añadir campos

Para añadir campos a la cuadrícula se puede realizar de las siguientes maneras:

- Hacer doble clic sobre el nombre del campo que aparece en la zona de tablas, este se colocará en la primera columna libre de la cuadrícula.
- Hacer clic sobre el nombre del campo que aparece en la zona de tablas y sin soltar el botón del ratón arrastrar el campo sobre la cuadrícula, soltar el botón cuando se esté sobre la columna delante de la cual se quiere dejar el campo que estamos añadiendo.
- Hacer clic sobre la fila Campo: de una columna vacía de la rejilla, aparecerá a la derecha la flecha para desplegar la lista de todos los campos de todas las tablas que aparecen en la zona de tablas. Si se tienen muchos campos y varias tablas se podrían reducir la lista seleccionando primero una tabla en la fila Tabla, así, en la lista desplegable sólo aparecerán campos de la tabla seleccionada.

También se puede teclear directamente el nombre del campo en la fila Campo de una columna vacía de la cuadrícula.

Si se desea que todos los campos de la tabla aparezcan en el resultado de la consulta, se utiliza el asterisco * (sinónimo de 'todos los campos').

Una vez se conoce el procedimiento a seguir para la creación de las consultas, se procede al desarrollo de las consultas que se necesitan para el aplicativo. Estas son:

- Código lubricante
- Código máquina
- Código repuesto
- Control de mantenimiento
- Información máquina
- Lubricación
- Piezas repuestos
- Proveedor lubricantes
- Proveedor repuestos
- Código lubricante

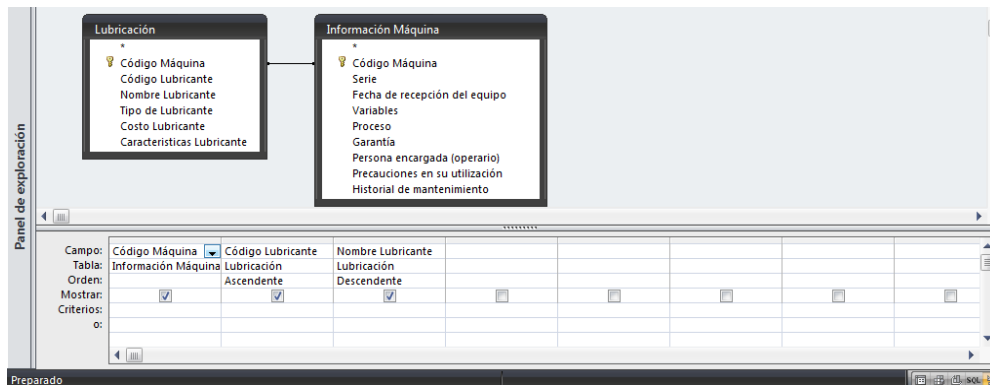


Figura 11

Como se observa en la imagen, para la construcción de la consulta “código lubricante” se requieren las tablas “lubricación” e “información máquina”

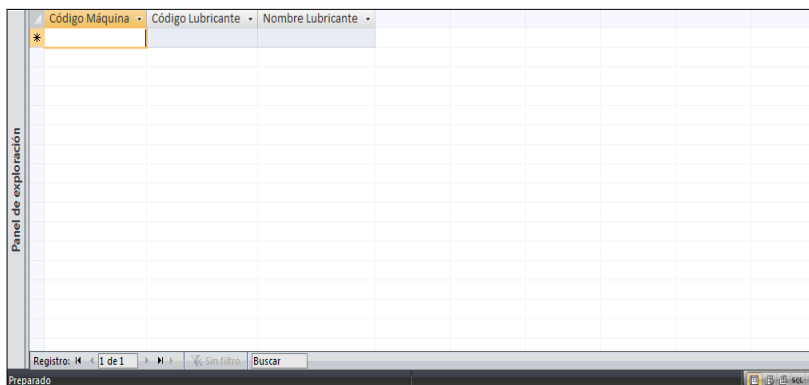


Figura 12

De la misma forma, se presentan las consultas “código máquina” extraída de las tablas “información máquina” y “nombre, área, marca” y la consulta “código repuesto” tomada de las tablas “información máquina” y “piezas repuestos”.

La construcción de las otras consultas, resulta ser un poco diferente, debido a que se utiliza el mismo procedimiento para el desarrollo, sin embargo, para la visualización se realiza un formulario que permite una mejor organización y consulta de los datos.

Figura 13

El desarrollo de los formularios se planteará en la siguiente sección.
Elección de los parámetros que conforman las consultas

“Información máquina”

- Código máquina: es vital, debido a que con ayuda de este parámetro, la información puede ser filtrada con facilidad para detectar todos los cambios de un equipo específico.
- Nombre del equipo: muestra que la información si corresponde a la máquina que se desea conocer.
- Marca: identifica el equipo exacto de que se desea conocer información.
- Área: orienta a personas que no interactúan a diario o no tienen conocimiento alguno a cerca de la planta de producción.
- Fecha mantenimiento: da a conocer la fecha del último mantenimiento realizado.
- Mantenimiento realizado: brinda información acerca de los detalles del mantenimiento realizado
- Nombre lubricante: en caso de haberse efectuado un cambio de lubricante en el mantenimiento, este parámetro mostrará el cambio realizado.
- Nombre repuesto: el parámetro dará a conocer si se ha realizado un cambio de repuesto del equipo.
- Motivo de cambio: seguido por este parámetro el cual presenta el motivo del cambio del repuesto.

“Información mantenimiento”

- Código máquina: con ayuda de este parámetro, la información puede ser filtrada con facilidad para detectar todos los cambios de un equipo específico.
- Fecha mantenimiento: da a conocer la fecha del último mantenimiento realizado.
- Mantenimiento realizado: brinda información acerca de los detalles del mantenimiento realizado
- Persona encargada mantenimiento: en caso de que se realice un cambio de mecánico, la información queda registrada en el sistema.

- Nombre repuesto: si se realiza el cambio de un repuesto, este se asocia con este campo.
- Motivo cambio: brinda una información más detallada del mantenimiento de los repuestos.
- Nombre lubricante: en caso de haberse efectuado un cambio de lubricante en el mantenimiento, este parámetro mostrará el cambio realizado.
- Tipo lubricante: gracias al tipo de lubricante, se puede conocer también información del mantenimiento.

“Información repuesto”

- Código máquina: la información puede ser filtrada con facilidad para detectar todos los cambios de un equipo específico.
- Código repuesto: brinda un único código a cada elemento.
- Nombre repuesto: da a conocer los nombres de los repuestos de cada una de las máquinas.
- Costo unitario: expresa el costo de cada uno de los repuestos.

“Información lubricación”

- Código máquina: permite realizar un filtro el cual muestra únicamente los lubricantes que se relacionan con un equipo determinado.
- Código lubricante: brinda un único código a cada elemento.
- Nombre lubricante: da a conocer los nombres de los lubricantes de cada una de las máquinas.
- Tipo lubricante: relación cada lubricante con el tipo al cual pertenece.
- Costo lubricante: muestra el costo de cada uno de los lubricante utilizados.

“Código máquina”

- Código máquina: permite conocer los códigos asociados a cada uno de los equipos.
- Nombre del equipo: relaciona cada nombre con un código único.

“Código repuesto”

- Código máquina: permite realizar un filtro el cual muestra únicamente los repuestos que se relacionan con un equipo determinado.
- Código repuesto: brinda un único código a cada elemento.
- Nombre repuesto: relaciona el nombre con un código.

“Código lubricante”

- Código máquina: permite realizar un filtro el cual muestra únicamente los lubricantes que se relacionan con un equipo determinado.
- Código lubricante: permite visualizar el código en dado caso que se haya olvidado.

- Nombre lubricante: permite conocer el nombre del lubricante que se necesita.

“Manuales maquinaria”

- Equipo: muestra que la información es acorde a la máquina que se desea conocer.
- Marca: identifica el equipo exacto de que se desea conocer información.
- Imagen: permite tener un contacto visual con los equipos lo cual facilita la consulta.
- PDF: permite visualizar el manual de cada equipo, el cual contiene una copia en scanner de los manuales.

“Hojas de vida máquinas”

- Equipo: muestra que la información es acorde a la máquina que se desea conocer.
- Marca: identifica el equipo exacto de que se desea conocer información.
- Imagen: permite tener un contacto visual con los equipos lo cual facilita la consulta.
- PDF: permite visualizar la hoja de vida de cada equipo, la cual contiene la factura de compra y las variables que se deben tener en cuenta.

3.3.3 INGRESO Y CONSULTA DE INFORMACIÓN: FORMULARIOS

Los formularios facilitan la visualización en pantalla y son usados comúnmente para modificar los registros de una tabla o de una consulta.

CREAR UN FORMULARIO

Para la creación de un formulario se debe ingresar a la pestaña “Crear”. Allí se encuentran diversas opciones como las siguientes:

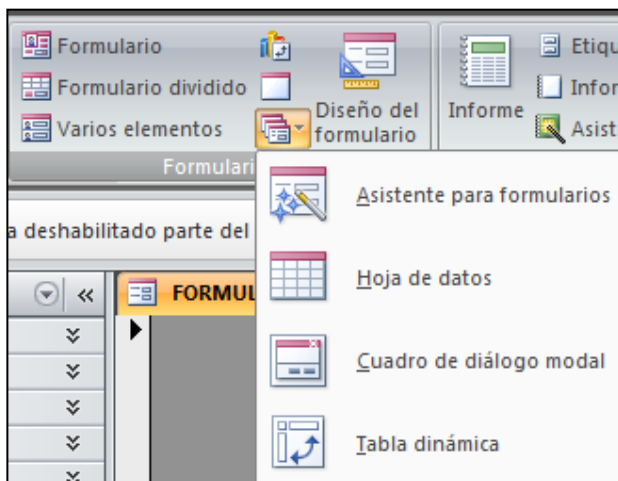


Figura 14

La opción “Diseño del formulario” crea un formulario totalmente en blanco en la vista diseño y a medida que se va trabajando en él, se debe incorporar los elementos que se desean.

El “Asistente para formularios” utiliza un asistente que guía durante la creación.

El botón “Formulario” radica en crear un nuevo formulario que automáticamente contiene los registros de una tabla o consulta ya creada.

Asistente para formularios.

Al oprimir el botón, aparece la primera ventana del asistente:

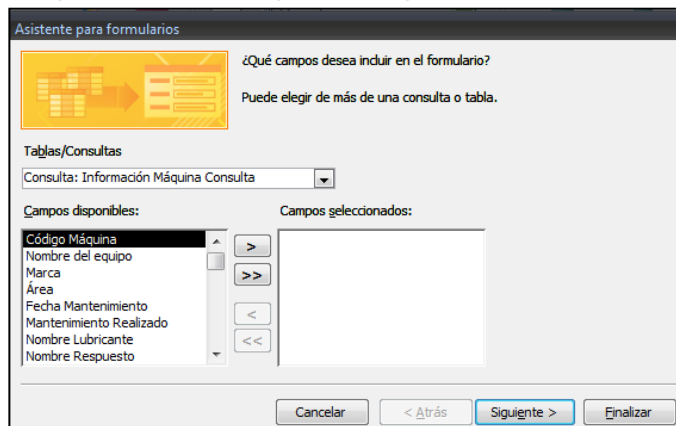


Figura 15

En esta venta, se debe primero seleccionar la tabla o consulta en la cual están contenidos los campos que se desean introducir en el formulario.

Para introducir los campos que se desean, se deben seleccionar haciendo doble clic sobre el campo o utilizando el botón. En dado caso que se quiera revertir la selección se puede utilizar el botón.

Una vez seleccionados todos los campos de interés, se prosigue a la siguiente ventana:



Figura 16

Esta pantalla permite elegir la distribución de los datos que se desea visualizar en el formulario. Continuando a la siguiente parte aparece la siguiente ventana:

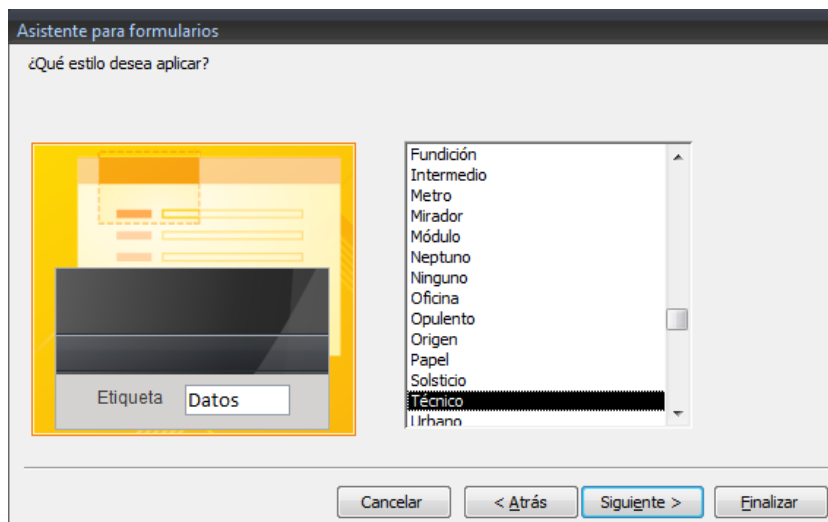


Figura 17

La anterior pantalla, permite imprimirle un estilo al formulario que se adapte a las necesidades del usuario.

Continuando se obtiene la siguiente pantalla:

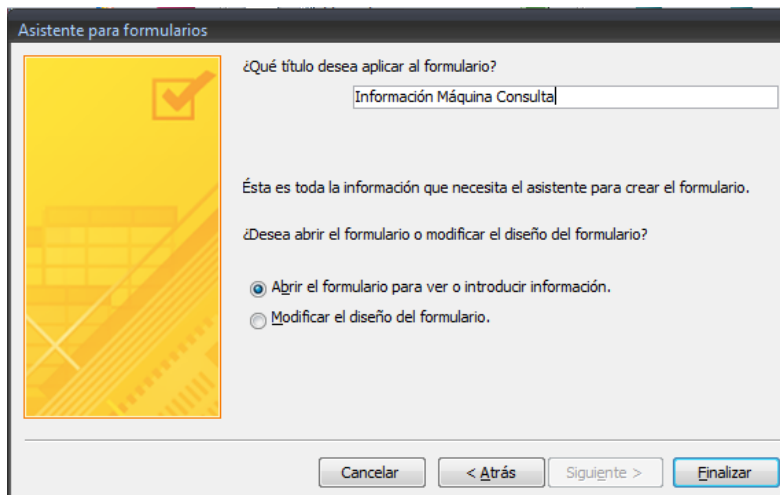


Figura 18

Esta ventana es la última en la creación del formulario. Se debe ingresar el nombre del formulario que se está creando. También se muestran dos opciones en las cuales se puede elegir; estas son abrir el formulario o realizar modificaciones. El siguiente, es un ejemplo de un formulario ya creado.

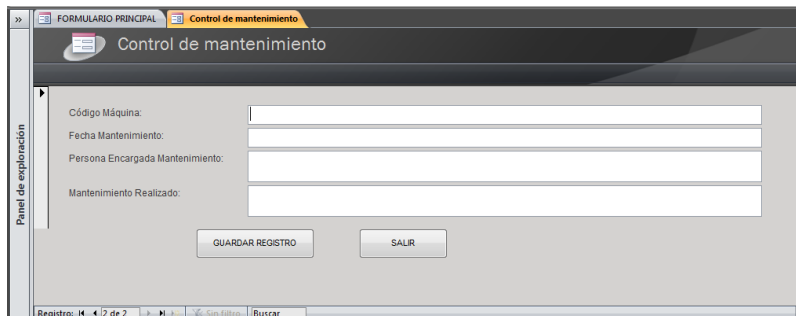


Figura 19

Para realizar modificaciones al formulario, se debe colocar en vista diseño, y siguiendo el mismo ejemplo se obtiene una pantalla como esta:

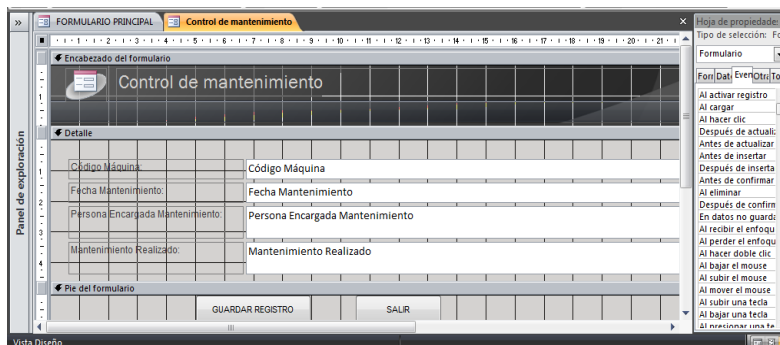


Figura 20

La vista de diseño se compone de tres secciones:

El Encabezado de formulario, en el cual se coloca el título del formulario o algún texto que se desee adicional.

La sección Detalle, en esta sección se encuentra el cuerpo del formulario, es decir los campos con sus respectivos espacios para la consulta o le ingreso de información.

La sección Pie de formulario, allí se coloca lo que se desea que vaya al final del formulario como botones de guardado o para salir.

Pestaña Diseño

En esta pestaña, se encuentran una serie de botones que pueden resultar muy útiles en la personificación de los formularios.

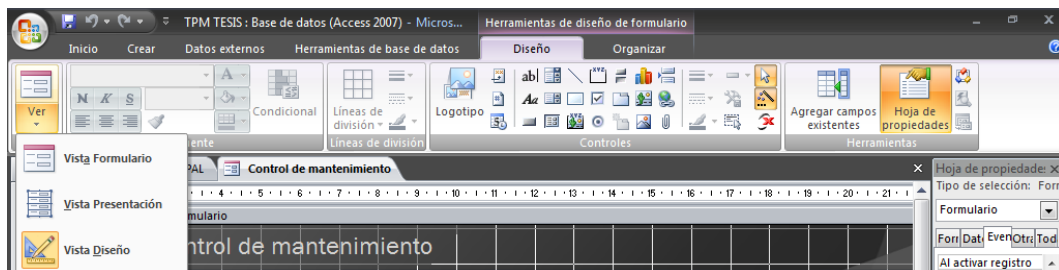


Figura 21

En la primera parte, aparece el botón Ver con el cual se puede realizar cambio de vistas instantáneamente.

Posteriormente, se encuentra el panel “Fuente”, en el cual se puede modificar el tamaño, color, estilo entre otras, del texto utilizado.

Enseguida, se encuentra también las líneas de división, que permiten brindarle un formato definido a la vista del formulario.

En la parte central, se encuentra la sección Controles en el que se encuentran localizados todos los tipos de controles que podrían ser utilizados para facilidad del usuario.

En la sección Herramientas, se puede encontrar el botón “Agregar campos existentes”, con el cual se localiza el cuadro Lista de campos que contiene todos los campos pertenecientes a las diferentes tablas y consultas.

3.3.4 CONSULTA DE INFORMACIÓN: INFORMES

Los informes, son utilizados para presentar los datos registrados en una tabla o consulta en forma organizada. Los informes tienen una diferencia importante con los formularios y es que estos últimos son modificables, mientras que los primeros facilitan la visualización y la impresión pero no son modificables.

Para crear un informe existen dos métodos posibles. Estas se encuentran en la pestaña crear en el módulo informes.

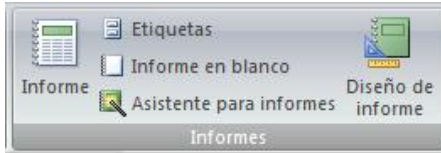


Figura 22

1. "Informe": una vez se abre una tabla o consulta y se presiona el botón informe, el sistema automáticamente genera un informe relacionado con esa tabla o consulta abierta.
2. "Informe en blanco": crea un formulario totalmente en blanco.
3. "Asistente para informes": guía en el proceso de creación del informe de la siguiente manera:

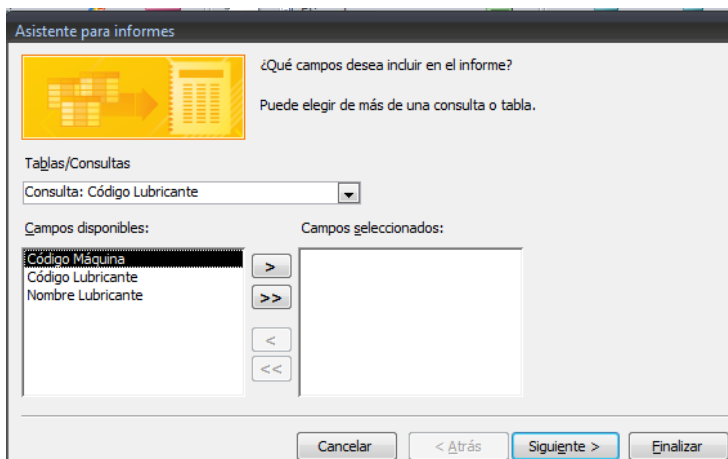


Figura 23

Se seleccionan los campos que se desean

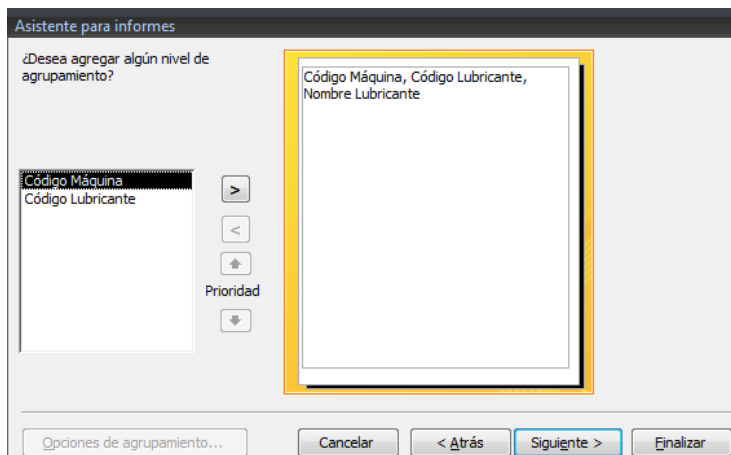


Figura 24

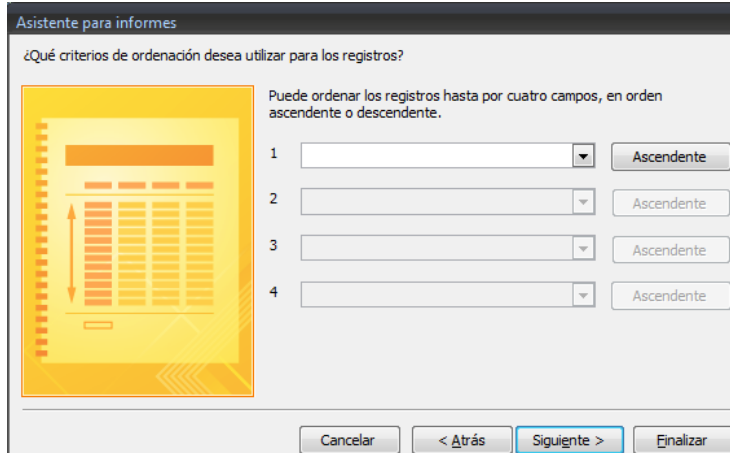


Figura 25

Se busca organizar el formulario de forma personalizada.

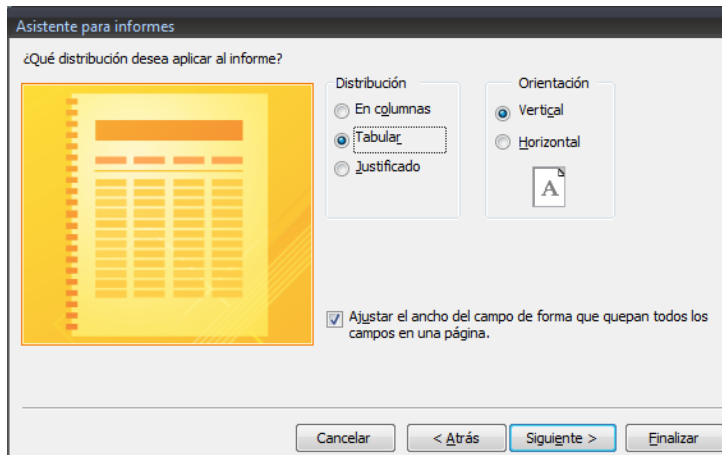


Figura 26

Se selecciona la distribución de los datos para una mejor visualización.

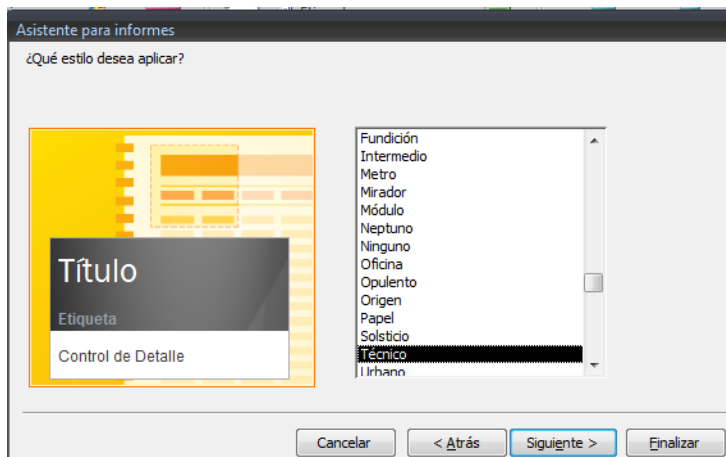


Figura 27

Se debe seleccionar el estilo deseado.

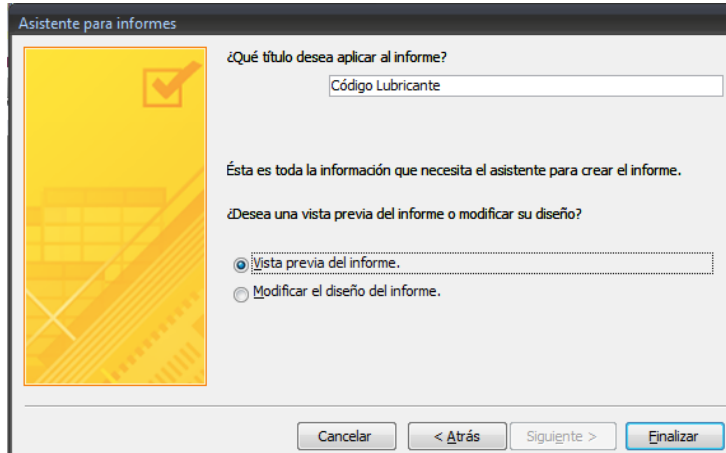


Figura 28

Por último, se selección el nombre deseado para el informe y en qué forma se desea ver en seguida.

4. "Diseño de informe": abre un informe en blanco en vista de diseño y se deben ir introduciendo los campos manualmente en él.

La vista diseño de informe

La vista de diseño, permite realizar modificaciones que se creen necesarias para ultimar los detalles de un informe. En estos, se indica al sistema, como se desea visualizar los datos. Para ingresar a la vista de diseño se puede dar click derecho en el nombre del informe y presionar el botón vista diseño, de la misma manera se puede ingresar por medio de la pestaña vistas.

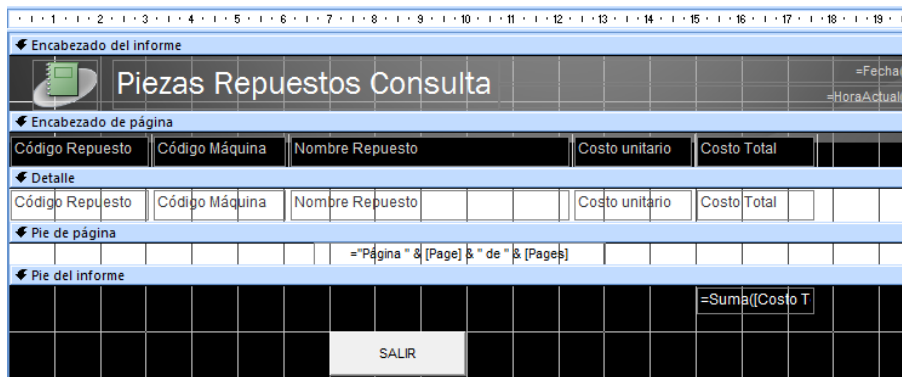


Figura 29

En la vista diseño, se pueden encontrar 5 secciones.

1. Encabezado del informe, permite modificar lo que se desea que aparezca al inicio del informe.
2. Encabeza de página, permite ubicar lo que se desea que tenga el inicio de cada página.
3. Detalle, en ella aparecerán los registros del origen del informe, o varios registros o uno sólo por página según el tipo de informe. Aunque se visualicen varios registros en una página, se debe indicar únicamente el diseño correspondiente a un sólo registro.
4. La sección Pie de página, permite modificar lo que se desea que aparezca al final del informe.
5. La sección Pie de informe, permite modificar lo que se desea que aparezca al final del informe.

Para realizar con más detalle las modificaciones que se crean pertinentes, se utiliza el campo "controles" en la pestaña de diseño, al igual que con los formularios.

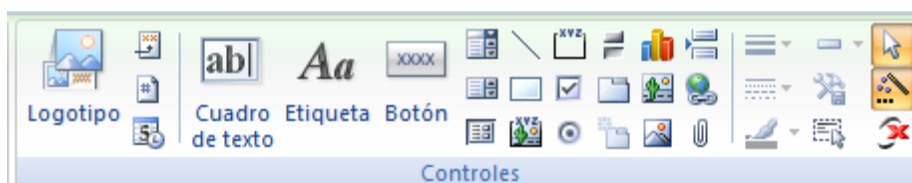


Figura 30

3.4 MANUAL DE USO DEL APLICATIVO

El aplicativo tiene una ventana inicial donde se puede acceder a las diferentes funciones del aplicativo. Esta ventana se encuentra dividida en tres secciones:

1. Ingreso de información
2. Consulta de la información
3. Informes



Figura 31

3.4.1 INGRESO DE LA INFORMACIÓN

Al presionar el botón de “Información de máquina” se activa una nueva ventana en donde podrá digitar la información necesaria de la máquina.

The screenshot shows the 'Información Máquina' form. At the top, there is a title bar with the text 'Información Máquina'. Below the title bar, there are several input fields: 'Código Máquina', 'Descripción Equipo(Nombre,Área,Marca)', 'Serie', 'Fecha de recepción del equipo', 'Variables', 'Proceso', 'Persona encargada (operario)', and 'Precauciones en su utilización'. At the bottom, there is a checkbox labeled 'En servicio' and a 'GUARDAR REGISTRO' button. Below the 'GUARDAR REGISTRO' button, there are three buttons: 'PIEZAS REPUESTO', 'LUBRICACIÓN', and 'SALIR'. There is also a back arrow button on the far right.

Figura 32

1. En el Campo de Descripción Equipo encuentra una flecha en el lado derecho, al presionar este botón se despliega una lista en donde encuentra el nombre, área y marca del equipo correspondiente.

Descripción Equipo(Nombre,Área,Marca)			
Serie:	Banda eléctrica	Montaje	Ansan
Fecha de recepción del equipo:	Cabina de pintura	Montaje	Tecnical
Variables:	Cardadora	Montaje	Neve
Proceso:	Cardadora	Montaje	Neve
Persona encargada (operario):	Conformadora	Montaje	Teqnomaq
Precauciones en su utilización:	Conformadora-chiler	Montaje	Master
En servicio <input type="checkbox"/>	Costura lateral	Montaje	Ivomaq
	Descalzadora	Montaje	Lfn
	Maqueadora	Montaje	Bertolaja
	Montadora de cuños	Montaje	Neve
	Montadora de lados	Montaje	Ama
	Montadora de puntas	Montaje	Molina bianchi
	Pegadora	Montaje	Funck
	Pegadora	Montaje	Joar
Preformadora	Montaje	Klein	

Figura 33

2. En el campo de “Fecha de recepción del equipo” se encuentra un icono en el momento de posicionarse sobre el campo, que al presionarlo abre un calendario para seleccionar la fecha correspondiente.

Fecha de recepción del equipo:	
Fecha de recepción del equipo:	
Variables:	
Proceso:	
Persona encargada (operario):	
Precauciones en su utilización:	
En servicio <input type="checkbox"/>	



Figura 34

3. En el campo “En Servicio” se indica si la máquina se encuentra en funcionamiento actualmente en la empresa. De ser así, marque la casilla.

En servicio

Los botones que se observan en la parte inferior del formulario se adjuntan en los diferentes formularios creados, a excepción de los botones “piezas repuesto” y “lubricación”. De esta forma el botón “guardar registro”, almacena el registro diligenciado y limpia el formulario para ingresar un nuevo registro. El botón “salir”, cierra el formulario y el botón pequeño que contiene una flecha devuelve al formulario principal.

Los botones que tienen nombre como “piezas repuesto” y “lubricación”, redirigen a los formularios que corresponden a estos nombres.



Figura 35

Descripción de Equipo

Al presionar el botón “Descripción de equipo” se abre una nueva ventana en donde el usuario puede digitar la información básica de la máquina.

Figura 36

Información de mantenimiento

En esta ventana se puede digitar la información concerniente al mantenimiento realizado a la máquina.

Figura 37

Nota: el campo “Código de Mantenimiento” es el único campo que no requiere que sea digitado ya que el sistema automáticamente asigna un número como código de mantenimiento.

Los campos Mantenimiento planeado, Mantenimiento correctivo y Mantenimiento preventivo deben marcarse de la siguiente manera.

Mantenimiento Correctivo: El mantenimiento correctivo ocurre al momento de producirse una falla o una avería, es decir, un error en el sistema durante un periodo de operación del equipo.

Mantenimiento Planeado: El mantenimiento planificado normalmente se establece para lograr dos objetivos: mantener el equipo y el proceso en condiciones óptimas y lograr la eficacia y la eficiencia en costes.

Mantenimiento Preventivo: Este mantenimiento se destaca por realizarse en condiciones controladas, es decir, el sistema no se encuentra bajo ningún error. Este tipo de mantenimiento es posible realizarlo en base a la experiencia del personal a cargo con el fin de identificar los momentos en que es necesario realizar una reparación.

Información de repuestos

Esta ventana permite al usuario ingresar la información referente a los repuestos cambiados a las máquinas.

The screenshot shows a web form titled "Piezas Repuestos". It contains several input fields: "Código Repuesto", "Nombre Repuesto", "Motivo Cambio", "Numero de piezas requeridas:", "Costo unitario:", and "Costo Total:". At the bottom, there are four buttons: "GUARDAR REGISTRO", "PROVEEDOR DE RESPUESTOS" (which is circled in red), "SALIR", and a back arrow button.

Figura 38

Dentro de esta ventana se encuentra un botón de proveedor de repuestos, el cual redirecciona al usuario a una nueva ventana en donde puede ingresar la información referente al proveedor según el repuesto.

The screenshot shows a web form titled "Proveedor repuestos". It contains several input fields: "Codigo Repuesto", "Nombre Proveedor Respuestos", "Nit Proveedor Respuestos", "Telefono Proveedor Respuestos", and "Direccion Proveedor Respuestos". At the bottom, there are three buttons: "GUARDAR REGISTRO", "SALIR", and a back arrow button.

Figura 39

Información de lubricantes

Esta ventana permite al usuario ingresar la información referente a los lubricantes utilizados o cambiados a las máquinas.

Figura 40

Dentro de esta ventana encontrará un botón de proveedor de lubricantes, el cual redirecciona al usuario a una nueva ventana en donde puede ingresar la información referente al proveedor según el lubricante.

Figura 41

Manuales Máquinas

En esta ventana permite adjuntar los manuales de las máquinas.

Figura 42

Al presionar doble click el campo de imagen o Pdf se abrirá una nueva ventana en donde permitirá adjuntar la imagen o el manual, según sea el caso.



Figura 43

Una vez aparezca esta ventana, se presiona el botón “agregar” el cual abre la ubicación de la imagen o del manual que se desea adjuntar.

Hoja de vida de máquinas

Esta ventana permite adjuntar las hojas de vida de las máquinas al igual que la imagen de cada una.

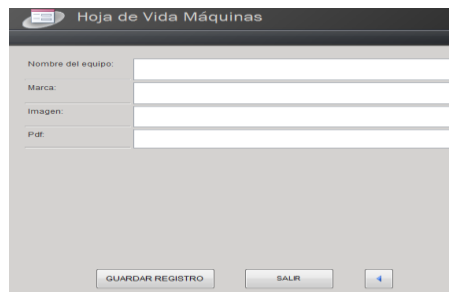


Figura 44

Al presionar doble click, el campo de imagen o Pdf se abre una nueva ventana en donde permitirá adjuntar la imagen o la hoja de vida.

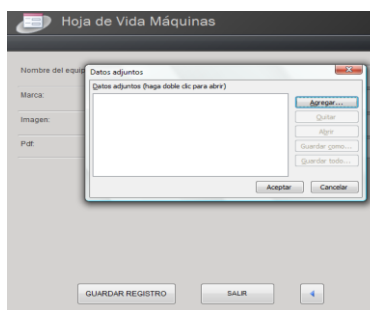


Figura 45

3.4.2 CONSULTA DE INFORMACIÓN

Para iniciar la consulta de información de los botones “información máquina”, “información mantenimiento”, “información repuestos” e “información lubricantes”, es necesario introducir primero el código máquina en la lista desplegable que aparece resaltada a continuación.



The screenshot shows the Vellocino shoes software interface. The main header features the logo and the text "Vellocino shoes". Below the header, there are three columns of buttons. The middle column, titled "CONSULTAR INFORMACIÓN", contains buttons for "INFORMACIÓN MÁQUINA", "INFORMACIÓN MANTENIMIENTO", "INFORMACIÓN REPUESTOS", "INFORMACIÓN LUBRICANTES", "CÓDIGO MÁQUINA", "CÓDIGO REPUESTO", "CÓDIGO LUBRICANTE", "MANUALES MAQUINARIA", and "HOJA DE VIDA MÁQUINAS". The "CÓDIGO MÁQUINA" button is highlighted with a red circle, and a dropdown menu is open below it, showing the value "57".

Figura 46

Información máquina

INFORMACIÓN MÁQUINA

Una vez introducido el código máquina, se oprime el botón información máquina y se despliega la siguiente ventana.



The screenshot shows the "Información máquina" window. It contains the following fields and values:

Código Máquina	57
Serie	FX-7/8
Fecha de recepción del equipo	28/01/2000
Precauciones en su utilización	Utilizar protectores auditivos
Persona encargada (operario)	NA
Proceso	NA
Variables	Tension eléctrica 220 V

At the bottom of the window, there is a checkbox labeled "En servicio" which is unchecked, and two buttons: "GUARDAR REGISTRO" and "SALIR".

Figura 47

Se observa que la información, corresponde al código de la máquina que se ingresó en el formulario principal. En esta ventana se observa información básica del equipo que puede ser de gran utilidad.

Información mantenimiento

INFORMACIÓN MANTENIMIENTO

Al oprimir el botón, se obtiene la siguiente ventana.

The screenshot shows a window titled "Consulta Control Mantenimiento" with the following data:

Código Mantenimiento	10
Código Máquina	57
Fecha Mantenimiento	21/04/2010
Persona Encargada Mantenimiento	Miguel Lombo
Cedula Persona Encargada	19380834
RUT	19380834-4
Mantenimiento Realizado	Cambio de bombilla de motor, rodamientos. Encamisada de tapas, kits de reparacion para unidad de tornillo, filtro
Mantenimiento Planeado	<input type="checkbox"/>
Mantenimiento Correctivo	<input checked="" type="checkbox"/>
Mantenimiento Preventivo	<input type="checkbox"/>

Buttons: GUARDAR REGISTRO, SALIR

Figura 48

Esta ventana permite conocer el último mantenimiento realizado al equipo, de esta forma, se sabe a ciencia cierta que procedimiento se realizó, cual es el nombre de la persona que realizó el mantenimiento, que tipo de mantenimiento fue llevado a cabo, y algunos datos personales de la persona en caso de ser necesario contactarlo nuevamente.

Información repuestos

INFORMACIÓN REPUESTOS

Al oprimir el botón, se obtiene la siguiente ventana.

The screenshot shows a window titled "Piezas Repuestos Consulta" with the following data:

Código Repuesto:	1
Código Máquina:	57
Nombre Repuesto:	Tornillo 1/2
Motivo Cambio:	Deterioro
Numero de piezas requeridas:	10
Costo unitario:	\$ 400,00
Costo Total:	\$ 4.000,00

Buttons: GUARDAR REGISTRO, SALIR

Figura 49

Esta ventana, permite conocer cuál fue el último repuesto que presentó algún tipo de falla y porque motivo fue reemplazado. Además permite conocer que costó generó dentro del mantenimiento.

Información lubricantes



The screenshot shows a software window titled 'Lubricación Consulta'. At the top, there is a header bar with a logo and the title. Below the header, the window contains a form with the following fields and values:

Field	Value
Código Lubricante:	1
Código Máquina:	57
Nombre Lubricante:	Aceite
Tipo de Lubricante:	Aceite
Costo Lubricante:	\$ 32.000,00
Características Lubricante:	Viscoso, alta densidad

At the bottom of the form, there are two buttons: 'GUARDAR REGISTRO' and 'SALIR'.

Figura 50

La información de lubricantes, contiene el nombre, que tipo es, cuál es su costo y por ultimo cuáles son sus características.

Código máquina

El código máquina, permite al usuario conocer por nombre, área y marca del equipo, el código correspondiente dentro de la compañía por medio de un informe que contiene todas las máquinas de la empresa. Este elemento se considera importante para nuevos usuarios del sistema que no estén familiarizados con los códigos que se manejan en la actualidad.

Descripción Equipo			
Nombre del equipo	Código Máquina	Área	Marca
Banda eléctrica	58	Montaje	Ansan
Cabina de pintura	52	Montaje	Tecnical
Candadora	39	Montaje	Nave
	41	Montaje	Nave
	43	Montaje	Nave
Corte	55	Corte	Fmc
Compresor	57	Corte	Balco
	58	Corte	Kesser
Conformadora	37	Montaje	Technomag
Conformadora-chiller	45	Montaje	Mastar
Cortura lateral	51	Montaje	Ivomag
Descalcadora	49	Montaje	Lfm
Maquadora	50	Montaje	Bertolaj
Montadora de cuños	39	Montaje	Nave
Montadora de ejes	42	Montaje	Ams
Montadora de puntas	35	Montaje	Molina bianchi
Pegadora	45	Montaje	Funck
	46	Montaje	Joar
Preformadora	30	Montaje	Moim
Preformadora de tubular	32	Montaje	Cagn
	34	Montaje	Cagn
Pulidora	31	Montaje	Smas
	44	Montaje	Smas
Reactivador	47	Montaje	Micovai
Referenciadora	10	Corte	Joar

miércoles, 15 de septiembre de 2010 Página 1 de 2

Figura 51

Código repuesto

El código repuesto genera un informe, el cual contiene los datos de los repuestos que pertenecen a cada máquina y a los cuales se les ha hecho algún tipo de mantenimiento.

Piezas Repuestos		
Código Repuesto	Código Máquina	Nombre Repuesto
1	52	Manguera
2		Válvula
3	57	Tornillo 1/2
4		Banda de Acero
5		Temporizador
6		Tornillo
7		Tarjeta electrónica
8		Remachadora
9		Rodamientos

SALIR

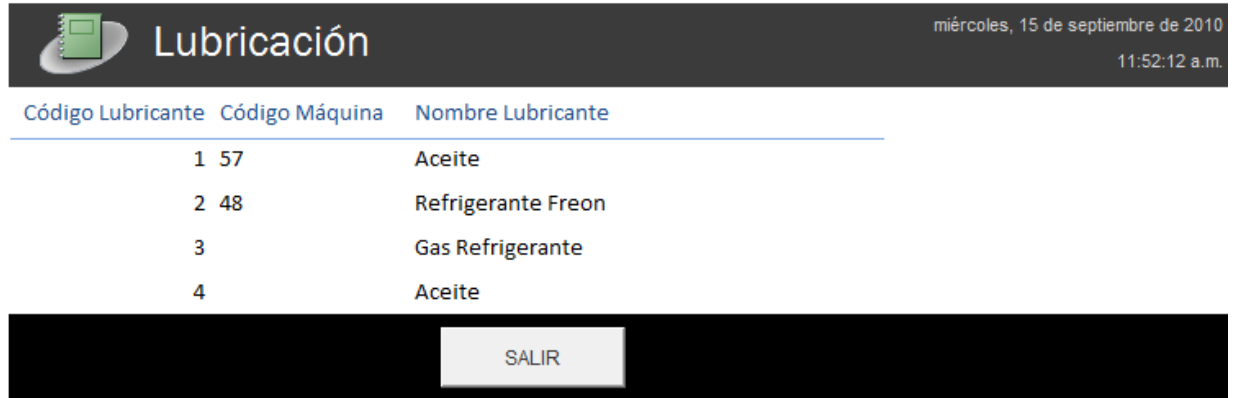
miércoles, 15 de septiembre de 2010
11:49:10 a.m.

Página 1 de 1

Figura 52

Código lubricante

El “código lubricante” permite conocer los diferentes tipos de lubricantes que se utilizan en las diferentes máquinas de la empresa.



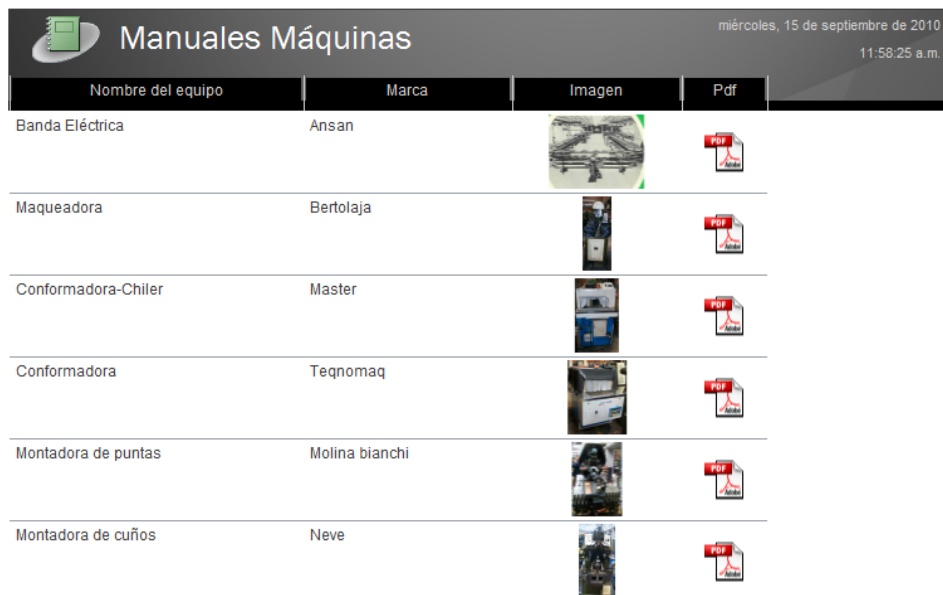
Código Lubricante	Código Máquina	Nombre Lubricante
1	57	Aceite
2	48	Refrigerante Freon
3		Gas Refrigerante
4		Aceite

Página 1 de 1

Figura 53

Manuales máquinas

El informe muestra las imágenes de cada una de las máquinas, lo cual permite a los usuarios nuevos, identificar visualmente los equipos. Además se cuenta con un pdf que contiene los manuales correspondientes, lo cual facilita la consulta de los mismos, y evita el deterioro de los documentos.















Nombre del equipo	Marca	Imagen	Pdf
Banda Eléctrica	Ansan		
Maqueadora	Bertolaja		
Conformadora-Chiler	Master		
Conformadora	Tegnomaq		
Montadora de puntas	Molina bianchi		
Montadora de cuños	Neve		

Figura 54

Hoja de vida máquinas

El informe, al igual que el anterior, muestra las imágenes de cada una de las máquinas. Además se cuenta con un pdf que contiene la hoja de vida de las máquinas, la cual se encuentra dividida, en variables del equipo y en la factura de compra.





Hoja de Vida Máquinas		miércoles, 15 de septiembre de 2010 12:05:58 p.m.	
Nombre del equipo	Marca	Imagen	Pdf
Banda Eléctrica	Ansan		
Maqueadora	Bertolaja		
Conformadora-Chiler	Master		
Conformadora	Teqnomaq		
Montadora de puntas	Molina bianchi		
Montadora de cuños	Neve		

Figura 55

3.4.3 GENERAR INFORMES

Para generar informes, es necesario introducir primero el código máquina en la lista desplegable que aparece resaltada a continuación.



The screenshot shows the Vellocino shoes website interface. At the top, there is a logo for 'Vellocino shoes' featuring a shoe. Below the logo, there are three main sections: 'INGRESAR INFORMACIÓN', 'CONSULTAR INFORMACIÓN', and 'GENERAR INFORMES'. Each section contains several buttons for different types of information and reports. In the 'GENERAR INFORMES' section, the 'Código Máquina' dropdown menu is highlighted with a red circle, and the value '39' is visible in the dropdown list.

Figura 56

Informe mantenimiento

El informe de mantenimiento, debe suministrar información confiable que facilite la toma de decisiones y que brinde un historial del mantenimiento de cada máquina. Este historial, facilita la realización de un nuevo mantenimiento, al conocer las características de los anteriores. También se puede observar, qué máquina presenta un gran historial de mantenimiento que permita tomar una decisión con respecto a esta.

The screenshot shows a web application interface for 'Informe Mantenimiento Consulta'. At the top right, it displays the date 'miércoles, 15 de septiembre de 2010' and the time '01:28:59 p.m.'. Below the header is a form with the following fields:

Código Mantenimiento	4
Código Máquina	39
Área	Montaje
Nombre del equipo	Montadora de cuños
Serie	MC 74
Marca	Neve
Persona encargada (operario)	Carlos Morales
Fecha Mantenimiento	24/04/2010
Persona Encargada Mantenimiento	Adan Martin
Cedula Persona Encargada	19416140
Mantenimiento Realizado	Se cambio manguera rota por nueva cilindro soporte de horno.
Costo del servicio:	
Mantenimiento Planeado	<input type="checkbox"/>
Mantenimiento Correctivo	<input checked="" type="checkbox"/>
Mantenimiento Preventivo	<input type="checkbox"/>
En servicio	<input checked="" type="checkbox"/>

At the bottom of the form, it shows 'Mantenimientos realizados: 1' and a 'SALIR' button.

Figura 57

Informe repuestos

El informe de repuestos, permite conocer los cambios que se han efectuado en cada uno de los equipos, de esta forma se disminuye el riesgo de reemplazar un repuesto que se haya adquirido recientemente o que no se justifique su cambio. De la misma forma, permite tomar una decisión con respecto a la cantidad de repuestos que solicita un equipo en un periodo de tiempo determinado.

The screenshot shows a web application interface for 'Piezas Repuestos Consulta'. At the top right, it displays the date 'miércoles, 15 de septiembre de 2010' and the time '01:36:17 p.m.'. Below the header is a table with the following data:

Código Repuesto	Código Máquina	Nombre Repuesto	Costo unitario	Costo Total
5	39	Temporizador	\$ 175.000,00	\$ 175.000,00
				\$ 175.000,00

At the bottom of the table, it shows 'Página 1 de 1' and a 'SALIR' button.

Figura 58

Informe lubricación

El informe de lubricación, permite conocer los cambios que se han efectuado en cada uno de los equipos, de esta forma se puede conocer con datos confiables el momento en que un equipo requiere de un cambio en sus lubricantes.

Lubricación Consulta				miércoles, 15 de septiembre de 2010
				01:39:12 p.m.
Código Lubricante	Código Máquina	Nombre Lubricante	Costo Lubricante	
4	39	Aceite	\$ 32.000,00	
			\$ 32.000,00	

PÁGINA 1 DE 1

Figura 59

Informe de Actividades de mantenimiento

El informe permite conocer las actividades de mantenimiento que deben realizarse según los requerimientos de la máquina de acuerdo a un cronograma preestablecido y estudio personalizado de los equipos.

		domingo, 17 de octubre de 2010				
		08:11:27 p.m.				
Código Máquina	Mantenimiento	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha
10	Revisar conexiones		17/10/2010	14/10/2010		

PÁGINA 1 DE 1

Figura 60

4. IMPLEMENTACIÓN DEL APLICATIVO EN LA EMPRESA FACALVE LTDA.

El análisis de este estudio se divide en dos fases:

1. Realizar un diagnóstico para determinar las consecuencias de no implementar un plan de mantenimiento sobre la maquinaria en la industria manufacturera, en especial en FACALVE Ltda., (caso de estudio). (Capítulo 2)
2. Implementación tanto del aplicativo de mantenimiento industrial y una guía de mantenimiento diseñado con base en las observaciones realizadas y en colaboración del personal mecánico de la compañía mencionada.

La compañía de FACALVE LTDA. cuenta con diversos tipos de maquinaria para la elaboración de calzado, las cuales se presentan a continuación:

- Proceso de Troquelado: 6 Máquinas de troquel.
- Proceso de Guarnición: 1 prensa grabadora, 16 guarnecedoras, 3 desbastadoras, 1 venadora, 2 fileteadoras, 2 strobels, 1 pegadora, 1 banda transportadora automática en donde se transportan los cortes, hormas y demás.
- Proceso de Montaje: 1 cabina de pintura, 2 conformadoras, 2 pegadoras, 1 preformadora, 2 preformadoras de tubular, 1 pulidora, 1 Montadora de puntas, 1 Montadora de lados, 2 vaporizadores, 1 montadora de cuños, 1 Sofioni, 4 cardadoras, 1 reactivador, 1 descalzadora, 1 máquina de coser suela de dos agujas, 1 maqueadora, 1 banda transportadora.
- Otros procesos: 1 referenciadora, 1 compresor, 1 cizalla.

La implementación del aplicativo se lleva a cabo en el proceso de montaje debido a que no se cuenta con el tiempo suficiente para realizar un seguimiento a toda la maquinaria de la empresa y además esta área presenta el más alto índice de daños en su maquinaria (Soporte de facturas de los repuestos).

4.1 FASE IMPLEMENTACIÓN

En el diseño del aplicativo se tuvo en cuenta específicamente dos puntos:

1. Tenía que ser de fácil manejo/operación para el operario encargado. Es decir, que solamente a través del manual comprenda cuál y cómo es el uso adecuado de este aplicativo.

2. Cumplir con las necesidades de la compañía. Es decir, que contenga todo los campos necesarios para tener una guía, historial y procedimiento del mantenimiento a realizar.

Partiendo de esos dos supuestos, se diseñó el aplicativo y se implementó en la compañía. Esta implementación y evaluación de las funcionalidades del aplicativo tuvo un periodo de un mes y medio debido a la premura del tiempo.

La implementación, se llevó a cabo, como se dijo anteriormente, en el área de Montaje, de la siguiente manera:

1. Se realizó el levantamiento de la información relacionado con el área: manuales, fichas técnicas (información relacionada con las variables de funcionamiento de las máquinas), fotos, información extraída a través de entrevistas con los operarios y mecánicos.
2. Se diseñó el aplicativo (Capítulo 3).
3. Se instaló el aplicativo en el equipo que maneja el personal a cargo de la supervisión del funcionamiento de las máquinas. Esta instalación se realizó en el equipo del subgerente, debido a que se creyó conveniente que una persona de un alto cargo, supervisara la labor tercerizada del mantenimiento, sin embargo, el operario encargado de la máquina realizará una supervisión primaria por tener un amplio conocimiento en este campo.
4. Se les entregó el manual y se les dictó una corta charla sobre el funcionamiento, alcance y fin del aplicativo para minimizar el cambio en la estructura de realizar sus operaciones.
5. Se llevaron a cabo, visitas periódicas para el seguimiento del funcionamiento del aplicativo y su impacto, tanto en el proceso de fabricar el calzado como el impacto en el personal a cargo.
6. Se realizó la evaluación del aplicativo, es decir sus ventajas y desventajas (Capítulo 5).

5. EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL APLICATIVO

5.1 FUNCIONABILIDAD DEL APLICATIVO

Para evaluar la gestión del mantenimiento, se debe precisar claramente los indicadores y los lineamientos sobre los cuales este se va calificar y diseñar este sistema. Por lo tanto el mantenimiento es una disciplina que integra la disponibilidad, Confiabilidad, utilización, calidad y costo. Todo eso en pro de la conservación del equipo.

Al implementar el aplicativo, se verificó lo siguiente:

- Adaptación de los operarios a un nuevo programa de mantenimiento, comprensión de la importancia de este dentro de las nuevas funciones y el cuidado de mantener en óptimas condiciones su propio equipo.
- Se estableció que el mantenimiento autónomo requiere un proceso de más tiempo, ya que realizar esta acción dificulta la forma habitual de trabajar y comprender que ellos mismos asumen por completo las responsabilidades del mantener en óptimas condiciones los equipos.
- La optimización de las máquinas requiere de un proceso arduo, ya que las tareas de inspección del equipo, limpieza, remoción de mugre o pegante en este caso y lubricación nunca se habían realizado, por lo tanto ha aumentado los defectos de calidad y tiempos perdidos para realizar este tipo de actividades.
- A través del aplicativo la documentación escrita en la empresa disminuyó, ya que esta pasó a ser totalmente digital y de fácil acceso para los mecánicos externos.
- Los operarios que tuvieron acceso al aplicativo consideraron que el sistema es fácil de manejar ya que el proceso de utilización de esta estaba dividido en fases de manera lineal, es decir a mano derecha del menú se encuentra todo lo referente a la introducir la información de la máquina, luego las consultas pertinentes a esa base de datos y luego la generación de informes.
- Los encargados del mantenimiento, consideraron importante el hecho de encontrar los manuales y las Hojas de vida de las maquinas en solo lugar, y poder tener un documento impreso, tanto de los anteriores documentos mencionados como del historial de cada control de mantenimiento realizado.
- Se encontró dificultad por parte del personal, tanto administrativo como operarios, en la comprensión de la creación de nuevos ítems dentro del programa.

5.2 INDICADORES DE GESTIÓN

Los indicadores de gestión permiten establecer un control sobre los procesos a evaluar, en este caso las tareas relacionadas con el mantenimiento de la empresa. Los indicadores que se presentan a continuación están profundamente relacionados con la capacidad de producción y la calidad de la misma, por lo tanto, buscan implementar una estrategia de evaluación del proceso en general, que permita identificar puntos críticos para la satisfacción del producto y la prosperidad de la organización.

- Disponibilidad: este indicador, permite tener una proporción del tiempo en que el equipo se encuentre disponible para cumplir sus tareas de producción. De esta forma se encuentra un porcentaje del tiempo en que el equipo no se encuentra en estado operativo.

Nombre	Disponibilidad
Fórmula de Cálculo	$\frac{\textit{Tiempo disponible}}{\textit{Tiempo transcurrido}} * 100\%$
VARIABLES de la FÓRMULA y Glosario	<p><i>Tiempo disponible</i>: período de tiempo en el cual el equipo se encuentra operativo.</p> <p><i>Tiempo transcurrido</i>: Si la medición se realiza a diario, resultaría conveniente hacerlo sobre las 8 horas laborales de la jornada.</p>
Unidades	Porcentaje de tiempo disponible.
Meta	Cercano al 100%
Responsable de la Medición	Operarios de la línea de producción, sin importar el puesto si el operario detecta una no conformidad, falla en el equipo o una demora logística debe reportarlo y registrarlo.
Frecuencia de Aplicación	Diario, transcurso del proceso de producción.

- **Confiabilidad:** este indicador, permite tener una proporción de las fallas que se presentan, a través, de un periodo de tiempo determinado y bajo condiciones específicas con respecto a su utilización. La confiabilidad está determinada por una distribución exponencial, lo cual indica que el resultado de este parámetro es la probabilidad de que un equipo no falle durante un periodo de tiempo.

Nombre	Confiabilidad
Fórmula de Calculo	$e^{-\lambda t}$ $\lambda = \frac{\text{Cantidad de fallas}}{\text{Tiempo transcurrido}}$
Variables de la Fórmula y Glosario	<p>λ: cantidad de fallas presentadas en un periodo de tiempo determinado</p> <p><i>Tiempo (t)</i>: periodo de tiempo en el cual se desea realizar la verificación de confiabilidad del equipo.</p> <p><i>Cantidad de fallas</i>: Cantidad de veces en las cuales el equipo no se encuentra en correcto funcionamiento.</p> <p><i>Tiempo transcurrido</i>: Si la medición se realiza a diario, resultaría conveniente hacerlo sobre las 8 horas laborales de la jornada.</p>
Unidades	NA
Meta	Cercano al 1
Responsable de la Medición	Operarios de la línea de producción, sin importar el puesto de trabajo si el operario detecta una no conformidad o falla en el equipo debe reportarlo y registrarlo.
Frecuencia de Aplicación	Diario, transcurso del proceso de producción.

- Utilización: este indicador, permite conocer la proporción de tiempo en que se está utilizando la máquina en las operaciones propias del proceso a realizar.

Nombre	Utilización
Fórmula de Cálculo	$\frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Tiempo disponible}} * 100\%$
Variables de la Fórmula y Glosario	<p><i>Tiempo de operación</i>: periodo de tiempo en el cual se está haciendo uso productivo del equipo.</p> <p><i>Tiempo disponible</i>: período de tiempo en el cual el equipo se encuentra operativo.</p>
Unidades	Porcentaje de tiempo operativo
Meta	Cercano al 100%
Responsable de la Medición	Supervisores de producción. Se debe registrar el momento en el cual un equipo no está siendo utilizado ya sea por ausencia del operario o por finalización de la jornada laboral.
Frecuencia de Aplicación	Diario, transcurso del proceso de producción.

- Eficiencia: Mide el tiempo ocioso de las máquinas, permite tener una medida de la eficiencia de los equipos.

Nombre	Eficiencia
Fórmula de Calculo	$\frac{\text{Tiempo por unidad} * \text{piezas producidas}}{\text{Tiempo disponible}} * 100\%$
Variables de la Fórmula y Glosario	<p><i>Tiempo por unidad</i>: periodo de tiempo utilizado en la producción de una unidad.</p> <p><i>Piezas producidas</i>: cantidad de unidades producidas durante un periodo de tiempo.</p> <p><i>Tiempo disponible</i>: período de tiempo en el cual el equipo se encuentra operativo.</p>
Unidades	Eficiencia %
Meta	Cercano al 100%
Responsable de la Medición	Supervisores de producción. Se debe registrar el tiempo que invierte cada operación y la cantidad de piezas producidas.
Frecuencia de Aplicación	Diario, transcurso del proceso de producción.

- Calidad: Mide las pérdidas por rendimiento causadas por el mal funcionamiento del equipo, este indicador, permite tener una medida de la eficiencia de los equipos.

Nombre	Calidad
Fórmula de Cálculo	$\frac{\text{Piezas producidas} - (\text{piezas defectuosas} + \text{reprocesos})}{\text{Piezas producidas}} * 100\%$
VARIABLES de la FÓRMULA y Glosario	<p><i>Piezas producidas:</i> cantidad de unidades producidas durante un periodo de tiempo.</p> <p><i>Piezas defectuosas:</i> cantidades de unidad no conformes.</p> <p><i>Reprocesos:</i> cantidad de unidades no conformes que fueron transformadas para cumplir las normas de calidad.</p>
Unidades	Porcentaje de unidades conformes
Meta	Cercano al 100%
Responsable de la Medición	Operarios de la línea de producción, sin importar el puesto de trabajo si el operario detecta una no conformidad debe reportarlo y registrarlo.
Frecuencia de Aplicación	Diario, transcurso del proceso de producción.

- Costo mantenimiento: Mide la fracción que representa el costo del mantenimiento en relación con los costos de producción.

Nombre	Costo del mantenimiento
Fórmula de Cálculo	$\frac{\text{Costo mantenimiento}}{\text{Costo producción}} * 100\%$
Variables de la Fórmula y Glosario	<p><i>Costo mantenimiento:</i> cantidad monetaria utilizada en el mantenimiento de los equipos.</p> <p><i>Costo producción:</i> cantidad monetario utilizada en todos los costos relacionados con la producción.</p>
Unidades	Porcentaje de representación del mantenimiento
Meta	Cercano al 5%
Responsable de la Medición	Gerente de producción. Se debe ser consecuente en que el mantenimiento no represente un costo elevado dentro de los costos de producción.
Frecuencia de Aplicación	Mensual.

- Efectividad del mantenimiento: este indicador, ayuda a conocer si el mantenimiento realizado es el adecuado para la organización y para los equipos.

Nombre	Efectividad del mantenimiento
Fórmula de Cálculo	$\frac{\text{Reposición} + \text{Producción} + \text{Tiempo operativo}}{\text{Mant correctivo} + \text{Mant preventivo} + \text{Desperdicio} + \text{Tiempo muerto}}$
Variables de la Fórmula y Glosario	<p>Reposición: Costo de reposición de la máquina o máquinas reparadas en el año.</p> <p>Producción: Costo de las unidades producidas con las máquinas.</p> <p>Tiempo Operativo: Costo del tiempo operativo de las máquinas.</p> <p>Mantenimiento correctivo: Costo total de las reparaciones.</p> <p>Mantenimiento preventivo: Costo del mantenimiento preventivo.</p> <p>Desperdicios: Costo del desperdicio originado por el mantenimiento y por las reparaciones.</p> <p>Tiempo muerto: Costo de las horas máquina ociosas (fallos, mantenimiento, reparaciones)</p>
Unidades	Porcentaje de unidades conformes
Meta	Cercano al 100%
Responsable de la Medición	Operarios de la línea de producción, sin importar el puesto de trabajo si el operario detecta una no conformidad debe reportarlo y registrarlo.
Frecuencia de Aplicación	Anual.

6. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO DEL PROYECTO

Según la investigación realizada, existen varios programas de mantenimiento industrial disponibles en el mercado, con características similares. Las diferencias más sobresalientes se encuentran entre las opciones de:

- Visualización gráfica
- Capacidad de comunicación móvil
- Precio

Visualización Gráfica

Algunos software tienen la capacidad de visualizar la imagen de la máquina en 3D. Otros ofrecen la posibilidad de interactuar con la fotografía de la máquina y con los mecanismos propios de esta, (Ej: apagado remoto, iniciación remota, entre otros).

Capacidad de comunicación móvil

Estos programas ofrecen la opción de conocer y ver en tiempo real desde cualquier dispositivo móvil, ya sea celular, laptop o agenda electrónica (palm), los informes de las variables de las maquinas (temperatura, velocidad, presión, entre otras.). Tienen la capacidad de envío de mensajes de texto.

Precio

Los precios oscilan entre \$500 UDS y \$13.000 USD, los cuales contienen las características básicas del mantenimiento industrial. Sin embargo, los precios conservan estos cambios de precios en medida que aumentan las licencias y las características de estos. En general todos los programas ofrecen capacitaciones ya sean virtuales o presenciales.

Ventajas del aplicativo diseñado en Microsoft ACCESS

- En relación con el aplicativo de mantenimiento, tienen características similares en cuanto a los métodos básicos para la realización de un correcto mantenimiento industrial, sin embargo el costo estimado en cuanto a capacitación y asesoría es muy inferior en relación con el software mencionado en el anterior estudio.
- La inversión necesaria para la implementación de este tipo de aplicativo no necesita de equipos con capacidades de procesamiento ni unidades graficas avanzadas, ya que está diseñado dentro de la plataforma de Microsoft ACCESS y cualquier equipo de empresa cuenta con el paquete de Microsoft Office, el cual contiene ACCESS.

Respecto a las capacitaciones no es necesario disponer de gran cantidad de tiempo para la preparación tanto de los equipos necesarios como de la preparación de los empleados para la utilización de nuevos software. A continuación se presenta en resumen los tipos de software que existen en el mercado, con sus características.

NOMBRE EMPRESA	NOMBRE SOFTWARE	LINK	QUE OFRECE?	BENEFICIOS	PRECIO	CAPACITACIÓN
MP System Group	MP 9	http://www.mpsystems.com/2010/home.html	El MP es un software para control y administración del mantenimiento que le ayudará a mantener toda la información de su departamento de mantenimiento documentada y organizada.	Reducir paros imprevistos - Incrementar la vida útil de sus equipos - Reducir costos por mantenimiento correctivo - Programar la adquisición de repuestos justo a tiempo - Aumentar la confiabilidad y uniformidad en la producción - Mejorar el desempeño del personal de mantenimiento - Evitar accidentes - Organizar y documentar la gestión de mantenimiento de su empresa.	Varía desde \$1.170 hasta \$13.200 usd	SI, virtual (no presencial)
IMS (Innovate Maintenance Systems)	Maintenance Pro	http://www.mtcpro.com/index.htm	Este software le permite al usuario monitorear el mantenimiento de diversos ítems (maquinaria, equipos de cómputo, edificios, etc)	Rastreo de equipos, Mantenimiento preventivo, Mantenimiento de reparación, Notificaciones oportunas de mantenimiento, Registro historial	Varía desde \$495 hasta \$5.950 usd	SI, virtual
Insolca	Sysman (Sistema de gestión de labores de mantenimiento) Ver. 7.0	http://www.insolca.com/sysman/	Planeación Estratégica de las Labores de Mantenimiento Preventivo y Correctivo a ser aplicadas en su Empresa, así como de la gestión integral de sus activos durante todo su ciclo de vida (documentación, historiales, costos asociados, Etc.).	Un mantenimiento adecuado de sus activos, sean estos Equipos de Producción, Vehículos, Edificios (Infraestructura), Activos Tecnológicos (Computadoras, Servidores, etc.) o cualquier otro bien, logrará aumentar su ciclo de vida, asimismo su operatividad será mayor y sobre todo más confiable.		SI, Presencial

NOMBRE EMPRESA	NOMBRE SOFTWARE	LINK	QUE OFRECE?	BENEFICIOS	PRECIO	CAPACITACIÓN
Análisis y programación S.A.	Mantenimiento Fácil	http://www.mantenimientofacil.com.ar/	<p>Mantenimiento Fácil ha sido diseñado pensando en una administración del mantenimiento con escaso personal. Es de mucha utilidad en aquellas empresas que no cuentan con personal de mantenimiento y éste es realizado en parte por el personal productivo o es tercerizado. En estos modelos organizativos, el responsable de producción es quien coordina las tareas de mantenimiento. Este software es una gran ayuda, ya que sin quitarle tiempo le permite llevar en forma ordenada el seguimiento de cada uno de los equipos e instalaciones que dispone en la planta.</p>	<p>En las empresas que tengan organizada la función de mantenimiento, Mantenimiento Fácil les da una ventaja adicional, ya que por la rapidez de su operación deja más tiempo para el análisis y la planificación. Generalmente, los grandes software de mantenimiento necesitan una rutina de papeleo y registró que demandan mucho tiempo para operarlos.</p> <p>Al trabajar con este software Ud. puede programar las actividades predictivas y preventivas del área de mantenimiento. Con el tiempo, esta acción produce una reducción de los mantenimientos correctivos de emergencia, eliminando los tiempos de paradas imprevistos que generan costos innecesarios por paralización de la producción o la interrupción del servicio, reparaciones de emergencia, compras de repuestos de urgencia y horas extras.</p>		SI, Presencial
AM Products Inc.	MMS 7	http://www.attr.com/mv/index.htm	Mantenimiento en Tiempo Real, Notificación directa desde el equipo	<p>Información instantánea de: Presión, temperatura, Corriente, Flujo. Notificaciones al correo electrónico, mensajes de texto y Visualización en página web. Uso de controladores (plc)</p>	Varía desde \$499,99 hasta \$1.989,99 USD	SI, virtual

NOMBRE EMPRESA	NOMBRE SOFTWARE	LINK	QUE OFRECE?	BENEFICIOS	PRECIO	CAPACITACIÓN
Sistema integrado de mantenimiento industrial (SIMI)	Sistema integrado de mantenimiento industrial (SIMI)	http://www.simimantenimiento.com/psimi/site.htm	<p>Es una Herramienta de Planificación y Control para la gestión eficaz del mantenimiento de todo equipo e instalación de industrias, empresas de servicio, gobierno, otros.</p> <p>Tiene como objetivo maximizar la productividad, ya que incrementa significativamente la disponibilidad de los activos de la empresa, además de reducir y controlar los costos de mantenimiento.</p>	<p>Permite reducir los tiempos de parada de los equipos, reducción en reparaciones.</p> <p>Reducción de horas extras de trabajo y tiempo perdido.</p> <p>Planificación en la utilización del personal.</p> <p>Ayuda a la eliminación de papel en el área de mantenimiento.</p> <p>Planificadores de recursos que nos permite obtener mejores precios sobre los repuestos o materiales necesarios para la ejecución de las órdenes y pedidos de repuestos menos urgentes.</p> <p>Maneja tanto información técnica como económica lo que permite realizar análisis para llevar a cabo mejoras continuas.</p> <p>Fácil de aplicar y de usar en sus diferentes plataformas informáticas y se integra a cualquier sistema existente.</p> <p>Cumple con los estándares y requerimientos de ISO - 9000, tanto en el proceso de mantenimiento eficiente en su empresa u organización, como en la parte de auditoría.</p> <p>Rapidez en el manejo de la información por su fácil operación y navegabilidad.</p> <p>Maneja esquemas de seguridad fácilmente.</p> <p>Optimiza el desempeño de su empresa y de su organización lo que incrementa la rentabilidad, competitividad y la satisfacción del cliente.</p>		SI, Virtual

NOMBRE EMPRESA	NOMBRE SOFTWARE	LINK	QUE OFRECE?	BENEFICIOS	PRECIO	CAPACITACIÓN
IDAES soluciones	SAMM	www.idaesoluciones.com	Es la principal herramienta de Gestión y gerencia de mantenimiento, evitando pérdidas de tiempo en tareas repetitivas y obteniendo una visión completa del estado del departamento de servicio en una sola pantalla	Interfase grafica amigable Sistema estructurado en forma modular Control total sobre el flujo de servicio Fácil integración con los sistemas de información internos Seguimiento controlado del servicio Ciclo evolutivo constante Aplicable en diferentes sectores industriales Escalable de acuerdo a su empresa 100% Móvil Flujo de documentos Análisis de información	SAMM 4.0 PROFESIONAL - 10 USUARIOS - 12 HORAS CAPACITACION GRUPAL - 12 CONSULTORIA PRESENCIAL \$7.000.000 pesos	
TC man	GIM	http://www.tcman.com/		Se bajan los inventarios, se mantienen en stock solo los materiales críticos y los consumibles. Planificación eficiente de la demanda de refacciones. Disminución de riesgos, al incrementar el mantenimiento preventivo/predictivo/proactivo se incrementa el tiempo de disponibilidad activa de los equipos, el nivel de eficiencia sube y por lo tanto los tiempos de paro se reducen. Se disminuye la mano de obra, al ser un mantenimiento preventivo/predictivo el rendimiento de la mano de obra debe aumentar. Se planifican actividades y el personal se enfoca más a actividades de mejoramiento en el mantenimiento.	Configuración, capacitación, soporte \$11.793 USD	2 días, presencial.

NOMBRE EMPRESA	NOMBRE SOFTWARE	LINK	QUE OFRECE?	BENEFICIOS	PRECIO	CAPACITACIÓN
EQUPARTS	Easy maint	www.equiparts.com	El software de Mantenimiento EasyMaint, es un programa diseñado para cualquier tipo de empresa, empresas industriales grandes y pequeñas de todo tipo, Plantas Industriales, Edificios, Hospitales, Hoteles, Flotas, Entre otras.	Disminuir un 30% en costos de mantenimiento. Incrementar la vida de maquinaria, equipos, parque automotor (flotilla) e instalaciones Reducir costos de producción. Incrementar la capacidad y calidad de manufactura. Cumplir con normas de calidad ISO y QS. Reducir reparaciones costosas y fallas de emergencia. Optimizar niveles de inventario. Tomar mejores decisiones. Reducir accidentes y mejorar la seguridad. Mejorar el servicio al cliente al entregar con calidad y oportunidad. Mejorar sus planes de Mantenimiento Preventivo MP, Predictivo y TPM.	Precio 2 licencias: \$1550 USD Mantenimiento anual: \$690 USD	Entrenamiento virtual 4 horas: \$260 USD Entrenamiento presencial 4 horas: \$300 USD
ADSUM INTERNACIONAL	ADSUM	www.adsuminternacional.com	Esta aplicación está hecha a base de capas; esta tecnología nos permite comunicarnos con las bases de datos líderes en el mercado (Oracle, SQL Server, PostgreSQL) por lo que usted no necesitará comprar una nueva base de datos para este sistema si no que utilizará su base de datos existente.	Asiste en análisis de fallas causados en la raíz Exporta órdenes de trabajo a otros formatos (Office, Lotus, etc.) Contiene integración abierta con su base de datos Ayuda a investigar los tiempos fuera de servicio del equipo Identifica situaciones de mantenimiento difíciles en las instalaciones Produce informes de niveles de institución precisos Genera informes de alto nivel corporativo Será una adquisición en la que usted recuperará rápidamente su inversión		

CONCLUSIONES

A través del diagnóstico realizado en el capítulo 2, y teniendo en cuenta los objetivos 1 y 2, se identificaron algunas consecuencias de no implementar un mantenimiento adecuado, y a su vez las causas por las cuales, las pymes y microempresas estudiadas no contemplan estos planes dentro de sus operaciones de manufactura.

- Debido a que existe un mecanismo que facilita el control, como lo es el aplicativo, se ha mostrado una mayor exigencia y compromiso por parte de la empresa para realizar un mantenimiento más eficiente. Además, existen informes físicos que confirman y que sirven como mecanismo de control, para las áreas de producción y administrativa.
- Se ha observado una mejoría en el control sobre los costos ocasionados por concepto de compras de lubricantes y repuestos, ya que el aplicativo genera alarmas de cuando es necesario realizar compras y además un informe sobre la cantidad y costo de compra.
- El aplicativo ha ayudado a mantener a un mejor control del historial de mantenimiento, repuestos y lubricantes, y se ha observado un incremento un 5% del tiempo productivo de una persona, ya que no debe recurrir a documentos escritos archivados por completo sino que todo lo que se necesita se encuentra en el aplicativo.
- El proyecto de la implementación del aplicativo junto con la empresa, área administrativa, evidenciaron problemas en la adaptación de los empleados respecto al compromiso y disciplina de los empleados ya que esta operación de mantenimiento genera nuevas obligaciones dentro de sus operaciones normales.
- El aplicativo contribuye a una mejoría en el manejo de los archivos físicos, es decir manuales, facturas, entre otras. Ya que se encuentran digitalizadas y a disposición inmediata del usuario dentro del archivo. Por lo tanto el aplicativo ayuda a disminuir el archivo físico.

Con el fin de realizar una adecuada implementación de este proyecto se identificaron elementos claves del TPM de acuerdo con el tercer objetivo planteado.

- El proyecto evidencia los elementos necesarios de la metodología del TPM, específicamente dentro los 8 pilares se focalizó en 6:
 - Mejora focalizada: mantenimiento específico en área en donde las maquinas presentan mayores fallas en mantenimiento.
 - Mantenimiento autónomo: Se estableció programas de prevención del deterioro de los equipos y mecanismos.
 - Mantenimiento Planeado: programación de costos y mantenimientos por medio de una agenda y sistemas de alarma. (pág. 24 Capítulo “1.5.5 Mantenimiento autónomo”).

- Capacitación: Realización de charlas al personal a cargo sobre la importancia de un buen mantenimiento, charlas y entrenamiento sobre el funcionamiento del aplicativo, los cuales resultarían adecuados para un mantenimiento industrial apropiado además la integración de todos los empleados de la compañía en la implementación y seguimiento del mantenimiento (Capítulo “1.5.2.2 Funciones”).
- Control inicial y Mantenimiento para la calidad: la evaluación de la implementación del mantenimiento a través de indicadores de gestión (Capítulo “1.5.7 Medición de la Eficacia” y Capítulo “5.2 Indicadores de Gestión”).

Siguiendo lo planteado en el objetivo 5, se obtuvieron los siguientes resultados.

- Se estandarizaron los procedimientos de mantenimiento tanto planeados como preventivos, ya que dentro del aplicativo se diseñaron “programas de mantenimiento para cada máquina”, según observaciones previas y asesorías con la directora de trabajo de grado, la Ingeniera Mecánica Martha Manrique.

Se realizó el diseño de la plataforma que ilustra el aplicativo continuando con lo planeado según el objetivo número 6 y se obtuvieron los siguientes resultados.

- La interfaz no presenta inconvenientes al interactuar con el usuario, ya que con una sencilla explicación se ha logrado una adaptación rápida y eficiente al uso del aplicativo.
- Este proyecto evidencia la posibilidad de realizar aplicativos personalizados según las necesidades de cada organización, específicamente en el diseño de los procedimientos de mantenimiento para la maquinaria específica.

Cumpliendo con los requerimientos de generar información en tiempo real, según lo expresado en el objetivo séptimo, se consiguieron los siguientes resultados

- El aplicativo permite realizar una evaluación cuantitativa, mediante los informes y reportes que genera el aplicativo de los eventos y fallos de las máquinas, lo cual permite evaluar de una manera más eficiente y adecuada el funcionamiento de las mismas y determinar las causas más comunes de estos fallos. Por lo tanto una organización en la programación de costos.
- Los procesos de mantenimiento correctivos planteados en las recomendaciones, se han desarrollado progresivamente, ya que se programó dentro del aplicativo una alarma en la cual avisa al operario del mantenimiento a realizar, y al momento de realizar dicho mantenimiento origina un informe en donde se confirmaba dicha acción, la cual es verificada por el jefe de producción, entendiéndose que son necesarios para continuar el proceso de mejoramiento en el mantenimiento.

En cuanto a los costos de implementación del proyecto referentes al octavo objetivo, se obtuvieron los siguientes resultados.

- A pesar de que los costos de mantenimiento aumentaron en una pequeña proporción, ya que se necesita realizar un mantenimiento correctivo al inicio de la implementación, se ayudó a reducir costos en producción ya que no se verificaron paros de producción ni algunos otros inconvenientes que se venían presentando, esto se encuentra soportado mediante los informes físicos del aplicativo.

Recomendaciones

Las recomendaciones se basan sobre las observaciones realizadas y la evaluación del aplicativo:

- Hacer uso constante del aplicativo con el fin de generar una continuidad en el mantenimiento de las máquinas.
- Continuar con los mantenimientos programados y estandarizados por la guía del mantenimiento del aplicativo, es decir, no hacer caso omiso a las alarmas del sistema sobre el mantenimiento a realizar.
- Capacitar a los operarios con el fin de crear conciencia sobre la importancia de proteger la identidad de los equipos, ya que en cierta manera si los equipos funcionan correctamente, los trabajadores no corren peligro alguno.
- La capacitación debe realizarse en cursos tales como: cursos básicos de electricidad, mecánica, neumática, hidráulica, ergonomía, dependiendo de cada máquina y su área. No se pretende que los operarios sean técnicos especializados en cada una de estas técnicas, pero sí especialistas de su propia máquina.
- Instruir a cada operario sobre el uso adecuado y cuidados de su propia máquina, facilitándole el acceso a la documentación de esta, es decir Manuales y Hoja de vida con las variables de puesta a punto.
- Realizar una adecuación a los sistemas de alarma cuando el riesgo en la máquina es inminente.
- Implementar un mantenimiento proactivo que ayude a reducir las probabilidades de fallo en las máquinas.
- Por parte del Departamento de Ingeniería Industrial de la Pontifica Universidad Javeriana, se pueden generar planes de apoyo a las pymes y microempresas, es decir, asesorías que afiancen el compromiso y entendimiento en lo relacionado con el mantenimiento industrial.
- El aceite o lubricantes usados es clasificado como Residuo Peligroso, numerales 8 y 9 del Convenio de Basilea, ratificado por Colombia Ley 253 de 1996. Su manejo incorrecto constituye una amenaza para la salud de personas y para el medio ambiente.²⁰ Por lo

²⁰ Manejo de Residuos peligrosos – Aceite usado; “Transporte y disposición de residuos peligrosos – Aceite usado” [en línea] [28/11/2010] Disponible en la web: <http://www.empresario.com.co/dominguezsanchez/serv03.html>

tanto se recomienda disponer de recipientes para el almacenamiento y dar un manejo adecuado de estos residuos y no ser vertidos en sifones ni en ningún tipo de acueducto que pueda perjudicar el medio ambiente. Se puede considerar vender este tipo de material para posteriormente ser reciclado por empresas especializadas en este asunto.

Bibliografía

Libro

1. MOUBRAY, John. RCM II (Reliability Centered Maintenance). New York: editorial Industrial press inc segunda, 1997. 440 p. ISBN 0-8311-3078-4
2. SUZUKI, Tokutaro. TPM En Industria De Proceso. Portland: Editorial Productivity Press, 1994. 385 p. ISBN 8487022189
3. KENDALL Kenneth y KENDALL Julie E. Análisis y Diseño de Sistemas. Mexico: editorial Pretince Hall sexta edición, 2005. 726 p. ISBN 9702605776
4. Programa De Desarrollo Del TPM: Implantación Del Mantenimiento Productivo Total. Cambridge - Massachusetts: editorial Productivity, 1991. 423 p ISBN 8487022820
5. Whitehorn, Mark y Marklyn Bill. Accessible Access. Editorial Springer, 2005. 445 p. ISBN 978-1-85233-949-4.

Internet

1. Marshall Institute. [en línea]. [19 febrero de 2010] Disponible en la web: www.marshallinstitute.com
2. Moubray, John. "Mantenimiento mundial latinoamericano, - RCM" [en línea] [18 de febrero de 2010]. Disponible en la web: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/RCMmax8.asp>
3. Dinámica de la inversión empresarial en la región. Bogotá - Cundinamarca 2007-2008 URL: <http://www.ccb.org.co/portal/default.aspx>
4. ONG con calidad. [en línea]. [12 marzo de 2010] Disponible en la web: <http://www.ongconcalidad.org>
5. ÁLVAREZ, Humberto "¿Realmente que es TPM?" [en línea]. [15 marzo de 2010]. Disponible en la web: <http://ceroaverias.com/centroTPM/articulospublicados/definicion%20para%20publicar%20en%20web.pdf>

Tesis

GARCÍA QUIJANO, Javier. "Mejora en la confiabilidad operacional de las plantas de generación de energía eléctrica: desarrollo de una metodología de gestión de mantenimiento basado en el riesgo (RBM)". – Madrid, Julio de 2004, Presentada en: Universidad Pontificia Comillas – Escuela Técnica Superior De Ingeniería.

ANEXOS

Anexo 1

	Total	%	Empr 1	Empr 2	Empr 3	Empr 4	Empr 5	Empr 6	Empr 7	Empr 8	Empr 9
1	2 veces por semana	0	0%								
	1 vez por semana	1	11%				x				
	Cada 15 días	3	33%		x	x		x			
	2 veces por mes	0	0%								
	1 vez mensual	1	11%	x							
	Anual	2	22%						x	x	
	Nunca	2	22%								x
2	Planeado	2	20%						x	x	
	Preventivo	4	40%	x		x	x	x			
	Correctivo	4	40%		x			x		x	x
3	Operario encargado	4	44%	x	x	x					x
	Mecánico interno	1	11%				x				
	Mecánico externo	3	33%					x	x	x	
	Mecánico del fabricante	0	0%								
	Gerente General	1	11%					x			
4	No presenta demoras	1	25%	x							
	2 horas	2	50%		x	x					
	4 horas	0	0%								
	6 horas	0	0%								
	1 día	1	25%				x				
5	si	2	22%			x	x				
	no	7	78%	x	x			x	x	x	x

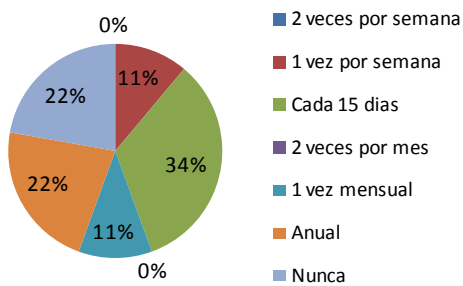
6	software avanzado	0	0									
	TPM	0	0									
	Base de satos	0	0									
	manual (libros)	2	100%			x	x					
7				Ninguno	Cortadas	Ninguno	Ninguno	Atasco de Materia Prima	Atrapada de dedos	Atrapada de dedos	Ninguno	Ninguno
					Quemaduras							
8	2 veces por semana	0	0%									
	1 vez por semana	0	0%									
	cada 15 días	0	0%									
	2 veces por mes	0	0%									
	1 vez por mes	2	22%		x			x				
	1 vez anual	2	22%						x	x		
	Nunca	5	56%	x		x	x				x	x

INFORMACIÓN EMPRESAS ENCUESTADAS

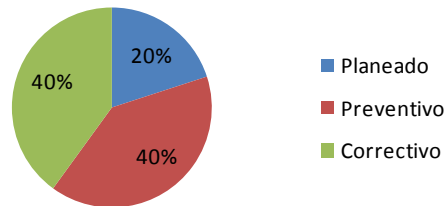
	Nombre de la empresa	Teléfono de contacto	Tipo de empresa
Empresa 1	Calzado Ergos	7697923	microempresa
Empresa 2	Guantes industriales búfalo	2050312	mediana
Empresa 3	Shoex E.U	3114801485	microempresa
Empresa 4	El nuevo botín de oro	3603927	microempresa
Empresa 5	Lab óptico centro visual		microempresa
Empresa 6	Facalve Ltda.	3604612	pequeña
Empresa 7	Calzado Alexander	4204500	pequeña
Empresa 8	Creaciones Dayana	3664025	microempresa
Empresa 9	Creaciones Romabet	2393375	microempresa

Anexo 2

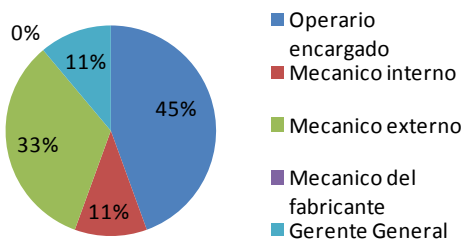
1. ¿Con que frecuencia realizan mantenimiento a la maquinaria?



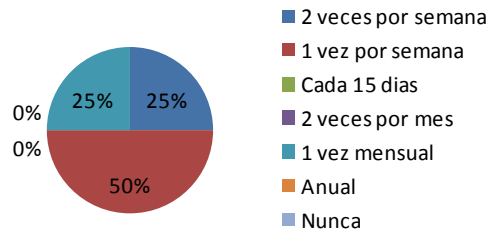
2. ¿Qué tipo de mantenimiento se realiza?



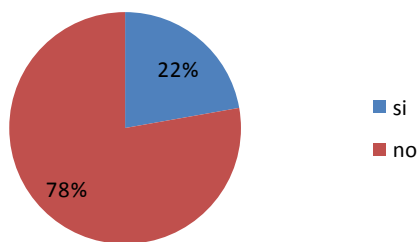
3. ¿Quién realiza la reparación cuando se presenta algún fallo?



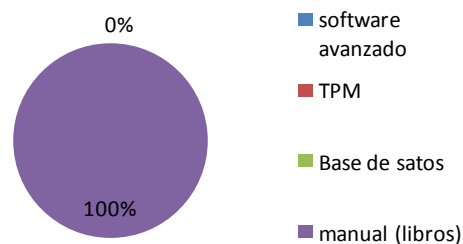
4. ¿Presenta demoras en la producción cuando ocurre una falla de maquinaria?



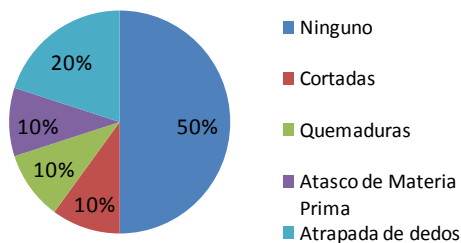
5. ¿Actualmente cuentan con un plan de mantenimiento?



6. Si su respuesta es sí ¿Qué herramientas utiliza para realizarlo?



7. ¿Qué tipo de accidentes industriales se presentan?



8. ¿Con que frecuencia se presentan accidentes industriales?

