



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CIENCIAS DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

ARTICULO CIENTÍFICO

TEMA:

**“SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CON SERVIDOR DE
APLICACIONES WEB ‘APPSERV’ PARA LA COMPAÑÍA
CONSTRUCTORA Y DE REDES ELÉCTRICAS ISMAEL MEJÍA R&M.
CÍA. LTDA.”**

AUTOR: PRISCILA GORETTY MEJÍA JARAMILLO

DIRECTOR: ING. DIEGO LUIS ORTIZ MORALES

IBARRA – ECUADOR

2015

SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CON SERVIDOR DE APLICACIONES WEB 'APPSERV' PARA LA COMPAÑÍA CONSTRUCTORA Y DE REDES ELÉCTRICAS ISMAEL MEJÍA R&M. CÍA. LTDA.

Srta. Mejía Jaramillo Priscila Goretty¹, Ing. Ortiz Morales Diego Luis²

Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador
pris_citos@hotmail.com, dlotriz@utn.edu.ec

***Resumen.** – En este artículo se presentan los resultados alcanzados durante el desarrollo e implementación del sistema de gestión de mantenimiento utilizando software libre para la Compañía Constructora y de Redes Eléctricas Ismael Mejía R&M. Cía. Ltda.*

Este sistema permite al usuario controlar las tareas de mantenimiento de los equipos y maquinaria de una manera sencilla y ágil.

En el presente proyecto se emplearon herramientas de software libre: Un servidor de aplicaciones Web Appserv que incluye el sistema de gestión de base de datos MySQL y el lenguaje de programación PHP. El sistema lleva a cabo la planificación del mantenimiento, mejorando las labores preventivas y correctivas.

Al desarrollar el presente trabajo de grado se brinda una solución a un problema real mediante la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento, se mejora el desempeño en general de la constructora, lo que permitirá obtener beneficios a corto y largo plazo. Se implementará este sistema de gestión de mantenimiento mediante software libre, realizando una planificación de las actividades necesarias. El rendimiento de la empresa mejorará, los costos de reparación se reducirán, las pérdidas por equipos parados serán menores y

el tiempo de vida de los equipos aumentará notablemente. El programa puede ser instalado en cualquier computador que cuente con un navegador de internet. Almacena las actividades realizadas en la base de datos a la cual se puede acceder cuando sea necesario.

El trabajo desarrollado servirá como soporte bibliográfico para otras investigaciones sobre el tema que puedan presentarse en el futuro.

Palabras Claves

Software Libre, Mantenimiento, Sistema de Gestión.

1. Introducción.

El mantenimiento correcto es una parte muy importante para el funcionamiento de cualquier máquina o aparato mecánico. El mantenimiento se define como un conjunto actividades que permiten evitar y corregir daños mediante acciones oportunas para que los equipos e instalaciones sigan con su continuo y normal funcionamiento, contribuyendo de esta manera al beneficio de la empresa.

Previo al desarrollo del presente trabajo de grado, en la Compañía Constructora y de Redes

Eléctricas Ismael Mejía R&M. Cía. Ltda., no existía ningún registro del mantenimiento que se efectúa, dificultando así el desarrollo de un plan o guía que ayude a mejorar este proceso. El mantenimiento de sus equipos se realizaba de una forma intuitiva, o se realizaba dicho procedimiento cuando la falla ya se había presentado, pasando por alto muchos aspectos que deberían ser tomados en cuenta.

El presente proyecto facilita la realización del mantenimiento en la Compañía Constructora y de Redes Eléctricas Ismael Mejía R&M. Cía. Ltda. Este sistema permite de una manera sencilla y ágil al usuario el control de las tareas de mantenimiento de los equipos y maquinaria.

2. Mantenimiento

El mantenimiento se define como un conjunto de actividades que permiten evitar y corregir daños mediante acciones oportunas para que los equipos e instalaciones sigan con su continuo y normal funcionamiento, contribuyendo de esta manera al beneficio de la empresa.

El mantenimiento aparece como un conjunto de acciones con los siguientes propósitos:

- Aumentar el buen funcionamiento de las instalaciones.
- Reducir los costos y prolongar la vida útil de los equipos.
- Contribuir a mejorar la calidad y seguridad del personal.
- Contribuir al medio ambiente y evitar toda pérdida.

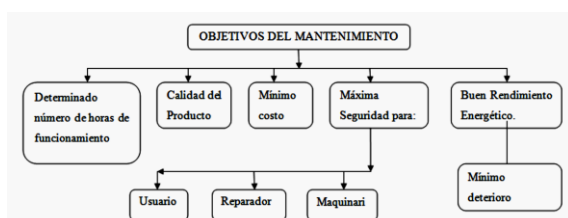


Figura 1 Organigrama de los objetivos del mantenimiento.

2.1 Tipos de mantenimiento

Las clases de mantenimiento se pueden definir y distinguir entre sí por:

- El tipo de control que ejercen sobre el estado de las máquinas.
- Los medios utilizados en la realización de ese control.
- Las instalaciones sobre las que actúa.
- El volumen de medios que despliegan

2.1.1 Mantenimiento preventivo

Esta clase de mantenimiento busca conocer e informar permanentemente el estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad lanzando predicciones sobre la posible duración de sus componentes.

2.1.2 Mantenimiento predictivo

La función del mantenimiento preventivo es revisar, ajustar, lubricar, reparar las maquinas, equipos e instalaciones a periodos previamente programados y económicos, tanto desde el punto de vista de repuestos, de tiempo y de oportunidad de servicio.

Este método establece revisiones y reparaciones que se realizan con una frecuencia de tiempo necesario para que los equipos se encuentren en buenas condiciones y puedan trabajar de manera eficiente y sin interrupciones innecesarias, anticipándose a las fallas y reduciendo de esta manera las mismas y los costos que estas significan.

2.1.3 Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es el cual se ejecuta cuando una pieza o elemento de una maquina se averiado.

En resumen, su procedimiento es desmontar piezas averiadas, arreglarlas, colocar en su sitio original y corregir desviaciones de los elementos no constructivos de las maquinas como por ejemplo: ensambles reglajes y dimensionamientos.

La reparación se realiza cuando ya se ha presentado la avería, por lo que el operador del equipo informa de la falla e interviene el personal de mantenimiento.

2.2 Etapas fundamentales

La implementación del mantenimiento preventivo requiere de las siguientes etapas fundamentales:

- Codificación de las máquinas.
- Clasificación o priorización de las máquinas en grupos funcionales o módulos ya sea por proceso o por función cinemática.
- Especificaciones de la realización de la revisión o Inspección
- Establecimiento del plan de Mantenimiento Preventivo.
- Elaboración del programa de Mantenimiento Preventivo.
- Codificación de las órdenes o boletines de Mantenimiento Preventivo
- Ejecución del Programa de Mantenimiento Preventivo.

2.3 Elaboración del plan de mantenimiento

2.3.1 Evaluación de equipos

El proceso de evaluación de equipos es indispensable, ya que permite conocer sus características y requerimientos y, en base a esto,

plantear un plan de mantenimiento adecuado para los diferentes equipos de la empresa. Consta de las siguientes etapas:

- Ficha histórica
- Codificación de maquinaria
- Priorización maquinaria (matriz de riesgos y árbol de fallas)

2.3.2 Documentación principal

Durante el proceso de desarrollo del sistema de gestión de mantenimiento, es necesario el uso de ciertos documentos útiles para el correcto desempeño del sistema. Esta documentación sirve, sobre todo, para la organización de los equipos, actividades y cronogramas que se implementarán dentro de la empresa.

3. Software

Aprovechando los beneficios de la tecnología, este sistema se llevó a cabo mediante software libre. El presente proyecto mejoró las tareas de mantenimiento mediante un servidor de aplicaciones Web Appserv que incluye el sistema de gestión de base de datos MySQL y el lenguaje de programación PHP.

3.1 Base de datos

Un sistema de manejo de bases de datos o DBMS (por sus siglas en inglés DataBase Management System) es un conjunto de información electrónica interrelacionada y organizada mediante programas que permiten a los usuarios tener acceso para su consulta, modificación y actualización.

Los objetivos de un SGBD (Sistema de Gestión de Bases de Datos) es ser una herramienta sencilla y eficiente para:

- Almacenar y recuperar información de una base de datos

- Administrar información en grandes cantidades de una base de datos.

3.2 Lenguaje de base de datos

Un sistema de bases de datos proporciona un lenguaje de definición de datos para especificar el esquema de la base de datos y un lenguaje de manipulación de datos para expresar las consultas a la base de datos y las modificaciones.

3.3 Servidor de aplicaciones web

Las aplicaciones web están basadas en el modelo Cliente/Servidor que gestionan datos almacenados en un servidor web, y que utilizan como interface páginas en formato HTML (siglas de HyperText Markup Language - Lenguaje de marcas de hipertexto), conteniendo datos hipermedia. El usuario se comunica con la aplicación desde cualquier cliente conectado a la red.

3.4 Base de datos en MySQL

SQL Server es una plataforma para base de datos que se utiliza en el procesamiento transaccional en línea (OLTP) a gran escala, en las bodegas de datos y las aplicaciones de comercio electrónico así como también es una plataforma de inteligencia de negocios para soluciones de integración, análisis y creación de informes de datos.

3.5 Lenguaje de marca HTML

Es un lenguaje de descripción de hipertexto construido a base de tags que no son más que comandos, marcas, etiquetas en serie que permiten definir la estructura lógica y la visualización del documento como por ejemplo el color del texto, tamaño, contenidos multimedia y varios atributos más de un documento web.

3.6 Lenguaje de programación PHP

El lenguaje de programación PHP es muy popular ya que permite ser incrustado al lenguaje de marcado HTML, el cual es muy fácil de manejar y por esto hacen de este el más predominante para la elaboración de páginas web. Es un lenguaje interpretado del lado del servidor que se caracteriza por su, potencia, versatilidad, robustez y modularidad.

4. Situación actual de la empresa

La COMPAÑÍA CONSTRUCTORA Y DE REDES ELECTRICAS ISMAEL MEJÍA R&M CIA. LTDA. Nace con un capital de sus socios de 800 dólares el año 2007; pensando en los pequeños, medianos y grandes consumidores de energía eléctrica, después de que han tenido demasiadas perdidas económicas debido a los múltiples cortes inesperados de energía, los mismos que en la mayoría de sus veces tienen costos muy elevados.

El actual gerente se propone dar un nuevo servicio el cual será líder a nivel nacional brindando servicios a las empresas distribuidoras de energía, así como también a ingenieros en libre ejercicio de su profesión. Además brindara servicios de ingenierías civil, mecánica, electrónica, telecomunicaciones, y de sistemas computacionales que serán el complemento de este objetivo.

La constructora de redes eléctricas R&M es un empresa que ofrece servicios de ingenierías civil, mecánica, electrónica, telecomunicaciones, sistemas computacionales, mantenimiento eléctrico e instalaciones eléctricas en todo el país especializado en redes de alta tensión y líneas energizadas ofreciendo alta calidad técnica, eficiencia y seguridad en todos los trabajos realizados.

La visión de la empresa es ser líderes a nivel nacional en mantenimiento de línea energizada, lo cual se verá reflejado en los índices de la calidad de la energía en las empresas públicas y particulares que ocupen nuestros servicios

5. Diseño del plan de mantenimiento

Durante la realización del presente trabajo de grado en la Compañía Constructora y de Redes Eléctricas Ismael Mejía R&M. Cía. Ltda., se desarrollaron diversas actividades para la elaboración del plan de mantenimiento a la maquinaria y equipos.

La primera actividad que se realizó fue la recopilación de los manuales disponibles de la maquinaria y equipos ya mencionados anteriormente. Debido a que no existían manuales almacenados por la Compañía se los consiguió en Internet y en otras fuentes, con el objetivo de adquirir la información que ayudará en la elaboración del plan de mantenimiento de la maquinaria y equipos.

Para la elaboración del plan de mantenimiento se siguieron ciertos pasos que ayudaron a la planificación, organización y creación del programa.

5.1 Encuestas

Con el fin de recolectar información sobre el estado actual de la maquinaria, se realizó una encuesta donde se preguntó aspectos relacionados con las fallas, mantenimientos e información de la maquinaria.

Para determinar el estado en el que se encuentra la maquinaria es necesario realizar una evaluación de la totalidad de los equipos, para lo cual se seleccionó a empleados de la Compañía

Constructora que tienen un amplio conocimiento en el control y mantenimiento de los equipos.

Se han obtenido datos relevantes después de realizar la encuesta para obtener una idea clara del estado actual de la maquinaria, facilitando la planificación del cronograma de mantenimientos preventivos.

La encuesta contribuyó con información importante para ponderar los equipos de acuerdo a su criticidad, lo que ayudará al realizar el mantenimiento preventivo en forma prioritaria de la maquinaria, potenciando la vida útil.

La información obtenida ayudó a diseñar estrategias de mantenimiento preventivo que permitan mejorar los niveles de confiabilidad de la maquinaria, reduciendo costos de mantenimiento correctivo al contar con una información adecuada del estado de las mismas será más fácil.

5.2 Descripción y evaluación de equipos

Actualmente la Compañía Constructora no cuenta con los manuales de la mayoría de los equipos, por lo que para recopilar los datos técnicos se tuvo que investigar por diferentes medios.

5.3 Estado actual de los equipos

El estado actual de las máquinas es operable, se encuentran trabajando normalmente. El mantenimiento es realizado por el mecánico de la compañía, pero básicamente es correctivo.

5.4 Codificación de maquinaria

En la Compañía Constructora, no se ha manejado ningún tipo de codificación de los equipos y maquinaria. Se ha desarrollado una codificación basada en estándares de la Categoría Administración del Taller de GM Difference, la cual tiene una clasificación más ordenada y más

específica, y es utilizada por los concesionarios Chevrolet.

Para codificar la maquinaria y equipos se los clasificó de acuerdo a su tipo de trabajo, asignando un código de familia a cada grupo, con lo que se realizó posteriormente la codificación.

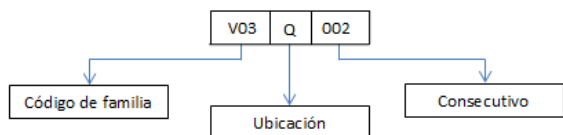


Figura 2 Sistema de codificación

5.5 Priorización de maquinaria y equipos

Se ha realizado la priorización de la maquinaria, es decir, el árbol de fallas y la matriz de riesgos de los equipos que se ha podido obtener la información necesaria, ya sea del fabricante o de fuentes afines, después de una investigación bastante profunda. La empresa no posee los manuales originales de los equipos, lo que hizo necesaria la búsqueda antes mencionada. No se cuenta con información suficiente de varias máquinas, lo que ha dificultado su análisis de riesgos y fallas.

La priorización de los vehículos se ha obviado debido a su amplísima extensión, aunque no se ha pasado por alto su aplicación en el plan de mantenimiento.

5.6 Análisis de criticidad de maquinaria y equipos

Para el desarrollo de la información que a continuación se presenta se ha utilizado criterios técnicos del personal encargado de realizar el mantenimiento y de los operadores que

definitivamente son quienes diariamente observan el estado de los equipos hidráulicos.

Con el fin de determinar la criticidad de la maquinaria y equipos se valoraron tres índices de evaluación, estos son:

- Índice de Gravedad
- Índice de Ocurrencia
- Índice de Detección

Para cada Causa Potencial de cada uno de los Modos de Fallo Potenciales, se calculará el Número de Prioridad de Riesgo multiplicando los índices de Gravedad (G), de Ocurrencia (O) y de Detección (D) correspondientes.

$$\text{Criticidad}(C) = G \times O \times D$$

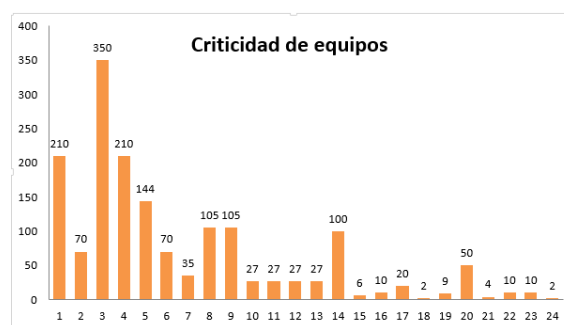


Figura 3 Criticidad de equipos

Para los equipos cuya criticidad es alta (400-200) se recomienda realizar inspecciones diarias, previas al uso de los equipos para las tareas respectivas. Los equipos cuya criticidad sea media (199-50) deben ser inspeccionados cada 4 días. Los equipos con baja criticidad (49-0) se inspeccionaran semanalmente. La periodicidad de las inspecciones se verá de acuerdo a la demanda de los equipos.

5.7 Establecimiento de las tareas de mantenimiento

En este paso se definió el mantenimiento apropiado para cada uno de los equipos y herramientas objeto del plan de mantenimiento

preventivo, ayudados con la información suministrada por los manuales de los mismos, con la asesoría de los técnicos de mantenimiento de las empresas proveedoras de los equipos y herramientas, y con la experiencia de los jefes de área y los técnicos de la empresa.

Toda la información recopilada se analizó, filtrando los aspectos más importantes para el mantenimiento de cada uno de los equipos y las herramientas.

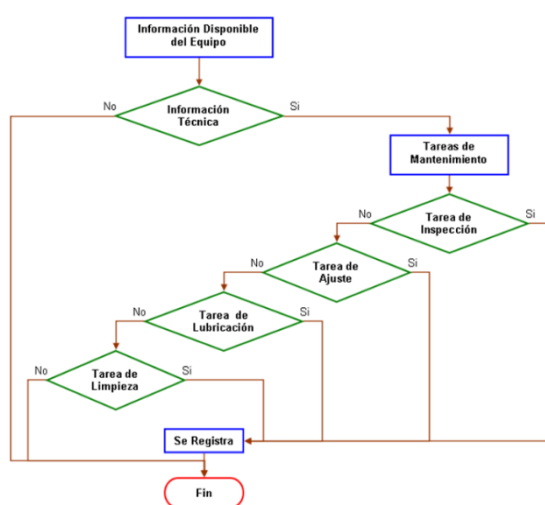


Figura 4 Selección de tareas

5.8 Socialización de información

Se realizó la socialización de los resultados con las autoridades, trabajadores y encargados de la Compañía Constructora y de Redes Eléctricas Ismael Mejía R&M. Cía. Ltda. Se conversó con el personal, ya que ellos cuentan con el conocimiento práctico de la maquinaria y equipos, además de que son quienes vienen realizando el mantenimiento. Se informó las actividades y responsabilidades que tendrán, la criticidad de los equipos, el software de mantenimiento y demás detalles del plan que se pretende implementar. El proyecto fue aceptado con agrado por todo el personal de la Compañía, ya que representa una gran mejora con respecto al sistema actual.

5.9 Diseño de formatos de documentación

El software de sistema de gestión de mantenimiento que se va a implementar permitirá realizar mantenimiento preventivo programado y correctivo. Se manejará adecuadamente las actividades de mantenimiento en la compañía, optimizando los recursos.

El sistema requiere de la documentación descrita a continuación

- Ficha Técnica de maquinaria y equipos
- Inspección de maquinaria
- Orden de Trabajo
- Solicitud de Repuesto
- Planificación de mantenimientos
- Modificar inventario
- Informe de mantenimiento realizado

Además, se requieren otros formularios, que servirán para el registro de otros datos necesarios en el sistema:

- Registro de usuario
- Registro de personal
- Registro de tipo de maquinaria
- Registro de repuestos
- Registro de tareas a realizar
- Registro de áreas

6. Implementación

Se realizó la implementación del Sistema de Gestión de Mantenimiento para la Compañía Constructora y de Redes Eléctricas Ismael Mejía R&M. Cía. Ltda. Se instaló el Servidor de Aplicaciones Web AppServ x86 v2.5.10. Para su funcionamiento se escogió el navegador web Google Chrome. El computador donde se realizó

la instalación del software cumple con los requerimientos del sistema. La información básica del equipo es la siguiente:

Sistema Operativo: Windows 7

Procesador: Intel Core i5

Memoria RAM: 4 GB

Espacio libre en disco: 60 GB

Dirección IP: 192.168.1.1

Posteriormente se puso en marcha el sistema y se realizaron las pruebas de funcionamiento. Se capacitó al personal encargado del mantenimiento que va a operar el Sistema de Gestión, para que su uso y funcionamiento sea el adecuado. No se presentaron novedades durante este proceso.

7. Funcionamiento

Para el funcionamiento del Sistema de Gestión de Mantenimiento es necesario registrar la siguiente información.

- Registro de usuarios
- Registro de empleados
- Tipos de maquinaria
- Repuestos
- Tareas de mantenimiento
- Áreas
- Ficha técnica de equipo
- Planificación de mantenimientos
- Inspección de equipos
- Orden de trabajo
- Solicitud de repuestos
- Informe de mantenimiento realizado
- Ajuste de inventario

8. Conclusiones.

El Sistema de Gestión de Mantenimiento para la Compañía Constructora y de Redes Eléctricas Ismael Mejía R&M. Cía. Ltda., se desarrolló en

base a las necesidades y requerimientos de la empresa, mejorando el desempeño en general de la constructora, obteniendo así beneficios. No se puede cuantificar la rentabilidad real del proyecto, puesto que se lo implementó relativamente hace poco tiempo. Se espera hacer un balance de los beneficios al primer año de su implementación.

El Sistema de Gestión de Mantenimiento para la Compañía Constructora y de Redes Eléctricas Ismael Mejía R&M. Cía. Ltda., permite manejar la información de manera eficiente, mejorando el desempeño y el tiempo de vida útil de los equipos y maquinaria y optimizando el proceso de mantenimiento preventivo de los mismos.

El Sistema de Gestión de Mantenimiento para la Compañía Constructora y de Redes Eléctricas Ismael Mejía R&M. Cía. Ltda., fue desarrollado en AppServ, un software que ofrece la posibilidad de utilizarlo, estudiarlo, modificarlo, copiarlo y redistribuirlo libremente; lo que nos brinda independencia, libertad y reduce costos de elaboración.

La información en general de la Compañía Constructora y de Redes Eléctricas Ismael Mejía R&M. Cía. Ltda., se ha organizado de una manera donde su manejo se facilita enormemente gracias a la implementación del Sistema de Gestión.

9. Referencias Bibliográficas.

Boero, C. (2006). *Mantenimiento Industrial*. Córdoba: Ed. Universitarias.

Lezana García, E. (2001). *Curso Superior de Mantenimiento Industrial*. Comisión Latinoamericana de Productividad y Medio Ambiente.

López, J. (2008). *Dominen HTML y DHTML*. México: Alfaomega S.A.

Osorio, L. (2008). Bases de datos relacionales. Medellín: Textos Académicos.

Otero, G. (2010). SQL con MySQL 5. Jaén: Íttakus.

Pons, O. A. (2008). Introducción a las Bases de Datos. Madrid: Paraninfo.

Silberschatz, A. K. (2002). Fundamentos de bases de datos. Madrid: McGraw-Hill.

Sotomayor, C. (2010). Mantenimiento Integral.

Galvis, J. (2008). Plan de mantenimiento preventivo para los equipos críticos e importantes utilizados en el departamento de posventa de CAMPESA S.A. Floridablanca: Universidad Pontificia Bolivariana.

Hoyos, D. S. (2010). Diseño de un sistema de control operacional para una empresa productora de azúcar. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.

10. Linkografía

Cuesta, P. (28 de julio de 2012). Desarrollo de Aplicaciones Distribuidas basadas en Tecnologías Web. Obtenido de <http://trevinca.ei.uvigo.es/~pcuesta/publicaciones/TecWeb.pdf>

Mulet, E. C. (2011). Problemas resueltos de análisis de riesgos en instalaciones industriales. Obtenido de <http://www.uji.es/bin/publ/edicions/s45.pdf>



Priscila Mejía Jaramillo,
Autor

Estudiante de la Carrera de Ingeniería en Mecatrónica de la Universidad Técnica del Norte



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CIENCIAS DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

SCIENTIFIC ARTICLE

TEMA:

**“MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM WITH WEB APPLICATION
SERVER ' APPSERV ' FOR CONSTRUCTION COMPANY ELECTRIC
NETWORKS AND ISMAEL MEJÍA R & M . CIA . LTDA .”**

AUTOR: PRISCILA GORETTI MEJÍA JARAMILLO

DIRECTOR: ING. DIEGO LUIS ORTIZ MORALES

IBARRA – ECUADOR

2015

MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM WITH WEB APPLICATION SERVER ' APPSERV ' FOR CONSTRUCTION COMPANY ELECTRIC NETWORKS AND ISMAEL MEJÍA R & M . CIA . LTDA .”

Srta. Mejía Jaramillo Priscila Goretty¹, Ing. Ortiz Morales Diego Luis²

Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador
 pris_citos@hotmail.com, dlotriz@utn.edu.ec

This work will serve as support for other research literature on the subject that may occur in the future.

Abstract. *In this article the results achieved during the development and implementation of maintenance management system using free software for Compañía Constructora y de Redes Eléctricas Ismael Mejía R&M. Cía. Ltda. are presented.*

This system allows the user to control the maintenance of equipment and machinery in a simple and agile way.

In this project, free software tools were used: A Web server applications Appserv including management system MySQL database and PHP programming language. The system performs maintenance planning, improving preventive and corrective work.

This project provides a solution to a real problem by implementing a management system maintenance, overall performance of the construction is improved, allowing a profit from short and long term. This maintenance management system was implemented by free software, performing the necessary planning activities. The company performance will improve, repair costs will be reduced, stopped equipment losses will be lower and lifetime of the equipment will increase significantly. The program can be installed on any computer that has a web browser. Stores activities in the database which can be accessed when needed.

Keywords

Free software, Maintenance, Management system.

1. Introduction.

Proper maintenance is very important for the operation of any machine or mechanical device. Maintenance is defined as a set activities that avoid damage through timely and correct actions to machinery and facilities continue their continuous and normal operation, thus contributing to the benefit of the company.

Before implementing this project, Compañía Constructora y de Redes Eléctricas Ismael Mejía R&M. Cía. Ltda., there was no record of maintenance is performed, thus hindering the development of a plan or guide to help improve this process. The maintenance of their equipment was done in an intuitive way, and this procedure is performed when the fault had already been presented, bypassing many aspects that should be taken into account.

This project facilitates the performance of maintenance at Compañía Constructora y de Redes

Eléctricas Ismael Mejía R&M. Cía. Ltda. This system allows a simple and flexible user control of maintenance of way equipment and machinery.

2. Maintenance

Maintenance is defined as a set activities that avoid damage through timely and correct activities, so machinery and facilities continue their continuous and normal operation, contributing to the benefit of the company.

Maintaining appears as a set of actions for the following purposes:

- Increase the proper functioning of the facilities.
- Reduce costs and extend the life of equipment.
 - Contribute to improve the quality and safety of personnel.
 - Contribute to the environment and to avoid any loss.

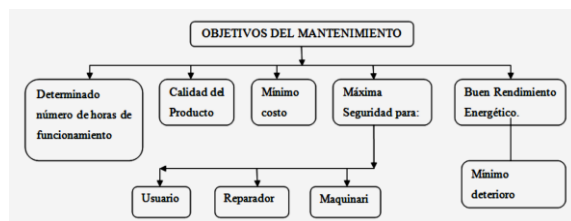


Figure 1 Flowchart of the objectives of maintenance.

2.1 Types of maintenance

Maintenance classes can be defined and distinguished from each other by:

- Type of control exercised on the status of the machines.
- Methods used in performing this control.
- Facilities on acting.
- Volume of deployments

2.1.1 Preventive Maintenance

This kind of maintenance seeks to know and inform permanently the status and operation of the facility by knowing the values of certain variables, such a state representative and operational launching predictions about the durability of its components.

2.1.2 Predictive Maintenance

The role of preventive maintenance is to review, adjust, lubricate, repair machines, equipment and facilities previously scheduled periods and economic, both from the point of view of spare parts, time and opportunity to serve.

This method establishes checks and repairs are performed at a frequency of time required for the equipment is in good condition and can work efficiently without unnecessary interruptions, anticipating failures and thereby reducing them and costs these mean.

2.1.3 Corrective Maintenance

Corrective maintenance is executed when a part or component of a machine breaks down.

In short, the procedure is dismantling damaged parts, fix them, put on its original site and correct deviations of non-structural elements of machines such as: assembly and dimensioning settings.

The repair is performed when the fault has already been submitted, so that the plant operator reports the failure and maintenance personnel involved.

2.2 Basic Steps

The implementation of preventive maintenance requires the following stages:

- Coding machines.
- Classification and prioritization of machines in functional groups or modules either process or kinematic function.

- Specifications the realization of the review or inspection
- Establishment of the preventive maintenance plan.
- Development of preventive maintenance program.
- Coding orders or bulletins Preventive Maintenance
- Execution of Preventive Maintenance Program.

2.3 Development of the maintenance plan

2.3.1 Team evaluation

The evaluation process equipment is essential, as it allows knowing its characteristics and requirements and, on this basis, propose a proper maintenance plan for the different teams of the company. It consists of the following stages:

- History sheet
- Coding machines
- Prioritization machinery (risk matrix and fault tree)

2.3.2 Primary Documentation

During the development of the management system maintenance, the use of certain documents needed for the proper performance of the system is necessary. This documentation is mainly for organizing machinery, activities, and timelines to be implemented within the company.

3. Software

Reaping the benefits of the technology, this system was carried out by free software. This project improved maintenance tasks by Appserv Web server application that includes the management system MySQL database and PHP programming language.

3.1 Database

A management system or DBMS databases (for its acronym in English DataBase Management System) is a set of interrelated and organized through programs that let users access for consultation, modification and updating electronic information.

The objectives of a DBMS (Database Management System Data) is to be a simple and efficient tool for:

- Store and retrieve information from a database
- Manage large amounts of information in a database.

3.2 Database language

A database system provides a data definition language to specify the scheme of the database and data manipulation language to express queries to the database and modifications. sistema de bases de datos proporciona un lenguaje de definición de datos para especificar el esquema de la base de datos y un lenguaje de manipulación de datos para expresar las consultas a la base de datos y las modificaciones.

3.3 Web Application Server

Web applications are based on the Client / Server model that manage data stored on a web server, and as an interface using HTML pages (which stands for HyperText Markup Language), containing hypermedia data. The user communicates with the application from any client connected to the network.

3.4 MySQL database

SQL Server is a database platform for large-scale that is used for online transaction processing (OLTP), in the holds of data and e-commerce applications and is also a business intelligence platform for integration solutions , analysis and data reporting.

3.5 HTML markup

It is a description language hypertext built with tags that are just command marks, labels in series to define the logical structure and display of documents such as the text color, size, multimedia content and more attributes more of a web document.

3.6 PHP programming language.

The PHP programming language is very popular as it can be embedded HTML markup language, which is very easy to handle and therefore make this the most predominant for the development of web pages. It is an interpreted language server side is characterized by its, power, versatility, robustness and modularity.

4. Current situation of the company

Compañía Constructora y de Redes Eléctricas Ismael Mejía R&M. Cía. Ltda. borns with a capital of \$ 800 partners in 2007; thinking small, medium and large consumers of electricity, after they have had too many economic losses due to the many unexpected power outages, the same as in most of their time have very high costs.

The current manager intends to give new service which will be a national leader providing services to energy distribution companies, as well as engineers in free exercise of their profession. Services will also provide civil engineering, mechanics, electronics, telecommunications, and computer systems that will complement this objective.

The builder of power grids R&M is a company that provides civil engineering, mechanics, electronics, telecommunications, computer systems, electrical maintenance and electrical installations across the country specializing in high voltage networks and energized lines offering high technical quality, efficiency and security in all work performed.

The company vision is to lead nationwide in keeping energized line, which will be reflected in the indices of power quality in public and private enterprises employing our services.

5. Maintenance plan design

During the implementation of this project in the Compañía Constructora y de Redes Eléctricas Ismael Mejía R&M. Cía. Ltda, various activities for the development of the maintenance plan to the machinery and equipment were developed.

The first activity was held gathering manuals machinery and equipment available. Because there were no manuals stored by the Company, we got it into the Internet and other sources, in order to acquire information that will help in developing the plan of maintenance of machinery and equipment.

To prepare the maintenance plan followed certain steps that helped the planning, organization and program creation.

5.1 Surveys

In order to collect information on the current status of the machine, a survey where aspects of failures, maintenance and information machinery was made wondered.

To determine the state in which the machinery is, an assessment of all the equipment to which employees of the construction company have extensive knowledge in the control and maintenance of equipment was selected was performed.

Relevant data have been obtained after the survey to get a clear idea of the current state of the machine, facilitating planning preventive maintenance schedule.

The survey contributed important information to weight the teams according to their criticality,

helping to perform preventive maintenance as a priority of machinery, promoting life.

The information gathered helped design preventive maintenance strategies to improve levels of machine reliability, reducing costs of corrective to have adequate information on the state of the same will be easier maintenance.

5.2 Description and evaluation of equipment

Construction Company currently has no the manuals for most equipment, so we had to investigate, by different ways, to collect technical data.

5.3 Current state of equipment

The current state of the machine is operable, are working normally. Maintenance is performed by mechanical company, but basically is corrective.

5.4 Coding machinery

The construction company has not handled any coding equipment and machinery. It has developed a standards-based coding of Category Management Workshop Difference GM, which has a more orderly and more specific classification, and is used by Chevrolet dealers.

To encode the machinery and equipment was classified them according to their type of work, assigning a code to each family group, which coding was subsequently performed.

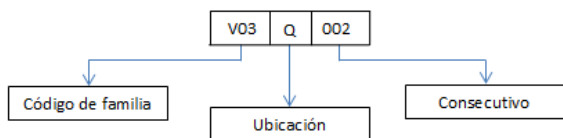


Figure 2 Coding System

5.5 Prioritization of machinery and equipment

It has made the prioritization of machinery, namely the fault tree and risk matrix of the teams has been able to obtain the necessary information, either from the manufacturer or from related sources, after a pretty thorough investigation. The company does not have the original manuals of the equipment, which made necessary the aforementioned search. You do not have enough information from multiple machines, making it difficult its analysis of risks and failures.

The prioritization of the vehicles has been ignored because of its wide extension, but has not overlooked its application in the maintenance plan.

5.6 Criticality analysis of machinery and equipment

For the development of the information presented below has been used technical criteria of staff responsible for performing maintenance and operators who are daily seen the state of the hydraulic equipment.

In order to determine the criticality of the machinery and equipment evaluation three indices were evaluated, these are:

- Severity Index
- Occurrence Index
- Detection Index

For each potential cause of each of the Potential Failure Modes, the Risk Priority Number is calculated by multiplying the index of gravity (G), Occurrence (O) and detection (D) for.

$$\text{Criticality}(C) = G \times O \times D$$

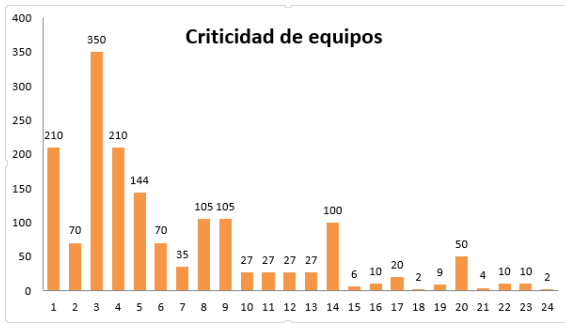


Figure 3 Criticality equipment

For equipment whose criticality is high (400-200) is recommended, prior to use of equipment for the respective tasks daily inspections. Equipment whose criticality is medium (199-50) must be inspected every 4 days. Equipment with low criticality (49-0) are inspected weekly. The frequency of inspections will be according to the demand of the equipment.

5.7 Establishment of maintenance

In this step, proper maintenance is defined for each of the equipment and tools, helped with the information provided by the manual, with advice from the technical maintenance of the suppliers of equipment and tools, and with the experience of the area managers and technicians of the company.

All information collected is analyzed by filtering the most important aspects for maintaining each of the equipment and tools.

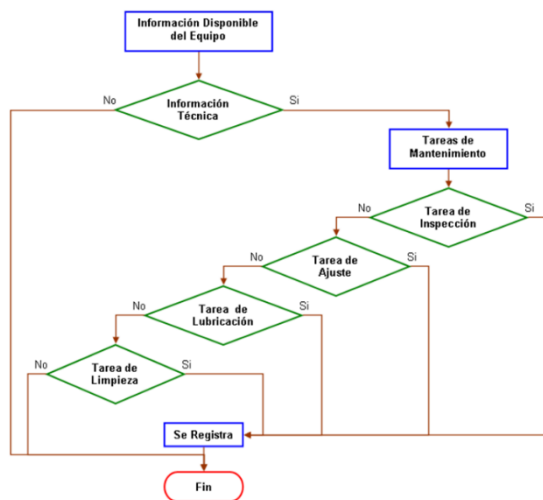


Figure 4 Task Selection

5.8 Socialization information

Socialization of the results with the authorities, workers and managers of the Company was held. We spoke to the staff, because they have practical knowledge of machinery and equipment in addition to those that are being carried out maintenance. Activities and responsibilities they will, the criticality of the equipment, software maintenance and other details of the plan is to implement reported. The project was accepted with pleasure by all personnel of the Company, as it represents a huge improvement over the current system.

5.9 Design documentation formats

Software maintenance management system that will be implemented to perform scheduled preventive and corrective maintenance. Maintenance activities will be properly managed in the company, optimizing resources.

The system requires the documentation described below

- Datasheet of machinery and equipment
- Inspection of machinery
- Work order
- Replacement Request
- Maintenance planning
- Inventory update
- Maintenance performed Report

In addition, other forms, which will serve for the registration of other necessary data in the system are required:

- User registry
- Staff registry
- Type of machinery registry
- Spare registry

- Task registry
- Area registry

6. Implementation

The implementation of Maintenance Management System for the Company was held. Web Application Server AppServ x86 v2.5.10 was installed. For its operation the Google Chrome web browser was chosen. The computer where the software installation took place meets the system requirements. Basic information about the computer is:

Operating System: Windows 7

Processor: Intel Core i5

RAM: 4 GB

Free space: 60 GB

IP Address: 192.168.1.1

Subsequently launched the system and functional tests were performed. The maintenance personnel who will operate the management system was trained,

for an adequate use and operation. Nothing new was presented during this process

7. Functioning

For operation of the Maintenance Management System it is necessary to record the following information.

- User registration
- Employee Record
- Vehicle types
- Parts
- Maintenance Tasks
- Areas
- Technical data Equipment

- Planned maintenance
- Inspection of equipment
- Work orders
- Request of spare parts
- Report maintenance performed
- Adjust inventory

8. Conclusions.

The Maintenance Management System for Compañía Constructora y de Redes Eléctricas Ismael Mejía R&M. Cía. Ltda, was developed based on the needs and requirements of the company, improving the overall performance of the construction, obtaining benefits. You can not quantify the actual profitability of the project, since it implemented relatively recently. It is expected to take stock of the benefits the first year of implementation.

The Maintenance Management System for Compañía Constructora y de Redes Eléctricas Ismael Mejía R&M. Cía. Ltda, can manage information efficiently, improving performance and lifetime of equipment and machinery and optimizing the preventive maintenance process thereof.

The Maintenance Management System for Compañía Constructora y de Redes Eléctricas Ismael Mejía R&M. Cía. Ltda, was developed in AppServ, software that offers the possibility to use, study, modify, copy and redistribute it freely; giving us independence, freedom and reduces manufacturing costs.

The information in General Electric Construction Company and Ismael Mejia Networks R & M. Cia. Ltda., Has been organized in a manner where its management is greatly facilitated by the implementation of the management system.

9. Bibliographic references.

Boero, C. (2006). *Mantenimiento Industrial*. Córdoba: Ed. Universitarias.

Lezana García, E. (2001). *Curso Superior de Mantenimiento Industrial*. Comisión Latinoamericana de Productividad y Medio Ambiente.

López, J. (2008). *Dominen HTML y DHTML*. México: Alfaomega S.A.

Osorio, L. (2008). *Bases de datos relacionales*. Medellín: Textos Académicos.

Otero, G. (2010). *SQL con MySQL 5*. Jaén: Íttakus.

Pons, O. A. (2008). *Introducción a las Bases de Datos*. Madrid: Paraninfo.

Silberschatz, A. K. (2002). *Fundamentos de bases de datos*. Madrid: McGraw-Hill.

Sotomayor, C. (2010). *Mantenimiento Integral*.

Galvis, J. (2008). *Plan de mantenimiento preventivo para los equipos críticos e importantes utilizados en el departamento de posventa de CAMPESA S.A.* Floridablanca: Universidad Pontificia Bolivariana.

Hoyos, D. S. (2010). *Diseño de un sistema de control operacional para una empresa productora de azúcar*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.

10. Linkography

Cuesta, P. (28 de julio de 2012). *Desarrollo de Aplicaciones Distribuidas basadas en Tecnologías Web*. Obtenido de <http://trevinca.ei.uvigo.es/~pcuesta/publicaciones/TecWeb.pdf>

Mulet, E. C. (2011). *Problemas resueltos de análisis de riesgos en instalaciones industriales*. Obtenido de <http://www.uji.es/bin/publ/edicions/s45.pdf>



Priscila Mejía Jaramillo,
Author

Student of the School of Mechatronics Engineering of the Universidad Técnica del Norte