

Aplicación del Sistema de Mantenimiento Basado en Condiciones (CBM), para vehículos y maquinaria pesada del área automotriz del GAD Municipal de Tulcán.

Jhon Jairo Ayala Villarreal

Universidad Técnica del Norte

Ibarra, Ecuador

jjayalav@utn.edu.ec

Abstract—In the Illustrious Municipality of the City of Tulcán, the needs are established by the Works Headquarters, and it is necessary to apply a Condition Based Maintenance system (CBM) for the vehicle fleet and heavy machinery. This will be in charge of maintaining the operation in optimal working conditions and to be able to generate a more detailed control of the performance in preventive and corrective maintenance using the MP9 specialized software. This computer program contributes to the CBM system by generating order in the work to be carried out according to established dates, maintenance costs. This decreases the percentage of disorganization, time of performing maintenance depending on whether it is: preventive or corrective, coding of machines and vehicles through catalogs

I. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal del presente trabajo es aplicar un sistema de Mantenimiento Basado en Condiciones (CBM), junto con un Software de mantenimiento informático programado que facilite el registro de funcionamiento del parque automotor en la jefatura de talleres del GAD Municipal de Tulcán, dicho software con la aplicación del sistema (CBM), puede llevar a cabo un plan de órdenes de mantenimiento según sea la necesidad del vehículo o máquina en funcionamiento, se utilizó análisis de desempeño diario en distintas rutas asignadas, además mediante el Software se puede ingresar y obtener información como: fichas técnicas de cada vehículo o máquina, ordenes de mantenimiento realizadas, por realizar o que no se ejecutaron, los tiempos de paro por mantenimientos programados y los no programados.

La jefatura de Talleres del GAD Municipal de Tulcán carece de un sistema de mantenimiento

que contenga parámetros de funcionamiento óptimos para el desarrollo de trabajos realizados por maquinaria o vehículos livianos, por lo que se ve la necesidad de utilizar un programa informático, que ayude al desempeño de procesos en mantenimiento que requiera el área de talleres, pueden ser preventivos o correctivos.

Por falta de orden en mantenimientos en el área automotriz de la Jefatura de Talleres, es necesario utilizar el sistema de mantenimiento CBM y el Software MP9, los cuales trabajan con información y documentación que será utilizada durante el proceso de aplicación, demuestra el desempeño óptimo en creación de órdenes de mantenimiento, almacenamiento y documentación detallada ya sea antigua o presente de toda la flota vehicular y maquinaria en funcionamiento.

El proyecto se encuentra conformado por puntos conceptuales que determinan él porque del proyecto, inicia con: la investigación del problema, como disminuirlo o a su vez eliminarlo en su totalidad. Se compone de un marco teórico el cual conceptualiza el desarrollo del tema, analiza el principal objetivo del sistema (CBM) y estudia los tipos de mantenimiento utilizados dentro de la actualidad Industrial.

La propuesta se desarrolla dentro del trabajo de aplicación, se encarga del estudio de sistemas de mantenimiento empleados con anterioridad en la Jefatura de Talleres correspondiente al área automotriz, también analiza la creación de catálogos sobre maquinaria y vehículos codificados, por lo que es necesario verificar la elección del software de mantenimiento a implementarse juntamente con el sistema CBM,

mismos que aporten en el funcionamiento, orden y ahorro económico en el GAD Municipal de Tulcán.

Como proceso final se concluye con análisis y resultados, que demuestran el desarrollo matemático, con la finalidad de obtener datos reales de la factibilidad del proyecto de aplicación, seguido de bibliografía utilizada como aporte de investigación detallada, con anexos demostrativos del desarrollo claro, concreto y real del tema.

II. MANTENIMIENTO CBM

El sistema basado en la condición es la unión de los mantenimientos proactivo y predictivo, genera mayor aporte en realización de tareas que prolonguen la vida útil de máquinas y equipos. El mantenimiento se consideraba como un mal inevitable que sucederá en cualquier momento y que tenía que afrontarse de cualquier manera, con la finalidad de que el parque automotor trabaje y genere producción sin pérdidas de ganancia.

El CBM proporciona ganancias de productividad, genera recursos económicos y humanos en el área de mantenimiento según lo programe el sistema en funcionamiento. Poco a poco el sistema ha ingresado en distintas empresas industriales como ayuda de gran escala generando: orden de procesos, equipos o máquinas según la utilidad.

III. SOFTWARE MP9

El MP9 es un software informático, utilizado en grandes y medianas empresas a nivel mundial, se acoge en áreas de utilidad de maquinaria, vehículos o componentes mecánicos dependiendo de la complejidad de uso dentro de la empresa, el MP9 cumple funciones de calidad y de manera satisfactoria, genera buenos resultados de utilidad.

La programación del software MP9 permite: registro de todos los equipos, distribución de la planta, planes de mantenimiento, inventarios de repuestos/herramientas, genera ordenes de trabajo de mantenimientos preventivos y correctivos, calendarios de paros programados y graficas comparativas

El funcionamiento del software MP9, se basa en módulos que permiten control y la eficiente gestión de la información.

Los módulos son:

- Catálogos
- Localización de Equipos
- Mantenimiento Rutinario
- Mantenimiento no Rutinario
- Mantenimiento Predictivo
- Recursos
- Control de lecturas
- OTs, Vales y Consumo
- Calendarios
- Análisis de Información
- Garantías, documentos y ligas

IV. FUNCIONAMIENTO MP9

El MP9 es un software informático que requiere el ingreso de información referente a vehículos y máquinas para la posterior programación de mantenimientos y depende del estado de cada unidad, se puede generar planes acordes con lo que necesite dicha unidad de trabajo, también se debe tomar en cuenta que los mantenimientos son en regímenes establecidos por los fabricantes en kilometrajes en caso de vehículos y en horas a lo que corresponde con maquinaria pesada. Cada uno de los módulos de funcionamiento del software se realizan en orden según lo especifique el fabricante.

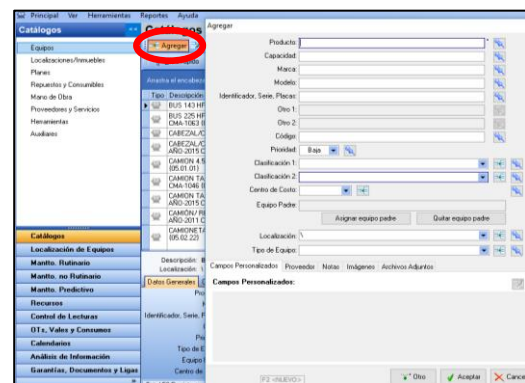


Figura 1. Catálogos/Equipos

La Figura 1. muestra el módulo Catálogos/Equipos, donde una vez obtenido los datos necesarios de la flota vehicular, se procede al ingreso de información mediante el botón Agregar, donde al hacer click se genera un listado de especificaciones como: producto, capacidad, marca, modelo, código, localización. Además, se

puede ingresar datos importantes como: documentos, responsables, imágenes de la unidad, fichas técnicas y entre otros tipos de datos referentes a vehículos y máquinas.

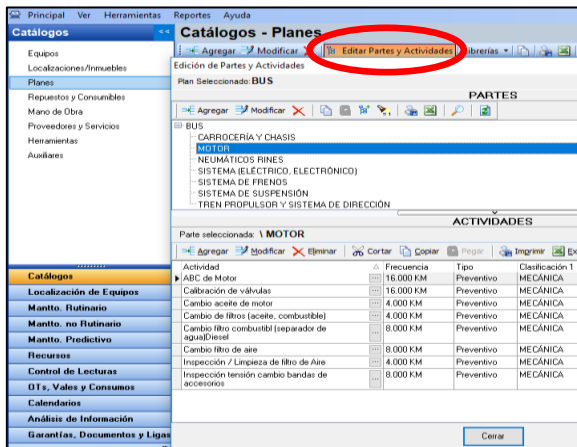


Figura 2. Catálogos/Planes

La Figura 2. muestra el módulo Catálogos/Planes y se observa el botón Editar Partes y Actividades, donde al hacer click genera la actividad a aplicar en el periodo recomendado por el fabricante, además toma en cuenta el kilometraje en caso de vehículos y por horas en maquinaria.

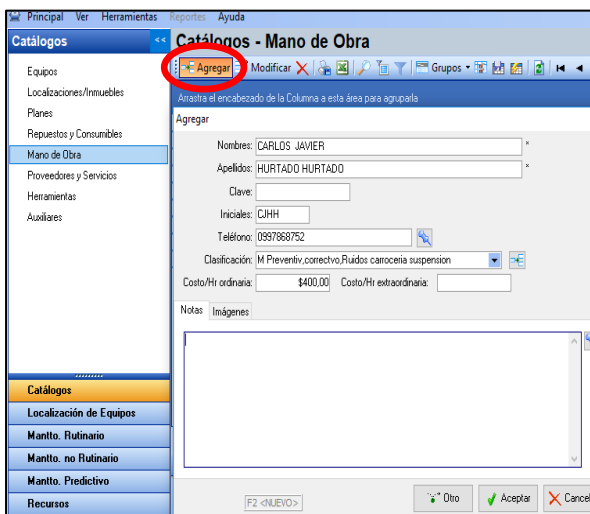


Figura 3. Catálogos/Mano de obra

La Figura 3. muestra el módulo Catálogos/Mano de obra y se observa el botón Agregar, donde al hacer click genera una ventana de ingreso de datos como: nombre del técnico, apellido, clave, las iniciales de identificación, teléfono, datos personales y clasificación dependiendo al conocimiento en mantenimientos. Figura 6. Registro de Mantenimientos Iniciales-Instalación MP9

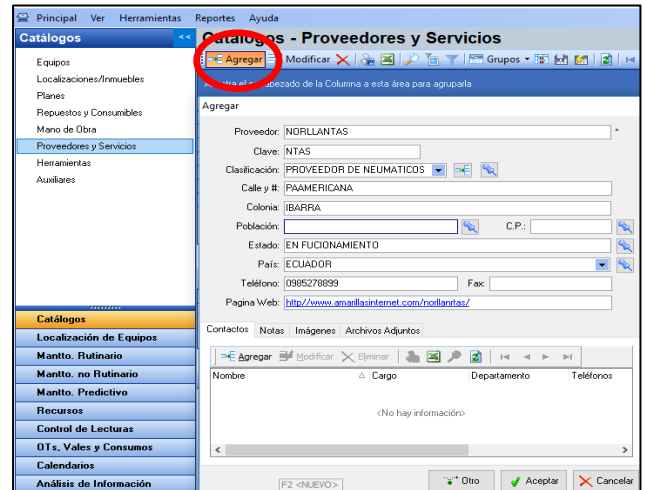


Figura 4. Catálogos/Proveedores y Servicios

La Figura 4. muestra el módulo Catálogos/Proveedores y Servicios, además se observa el botón Agregar, donde al hacer click se puede registrar: nombre de la empresa proveedora, clasificación en utilidad que brinda, ciudad y pagina web.

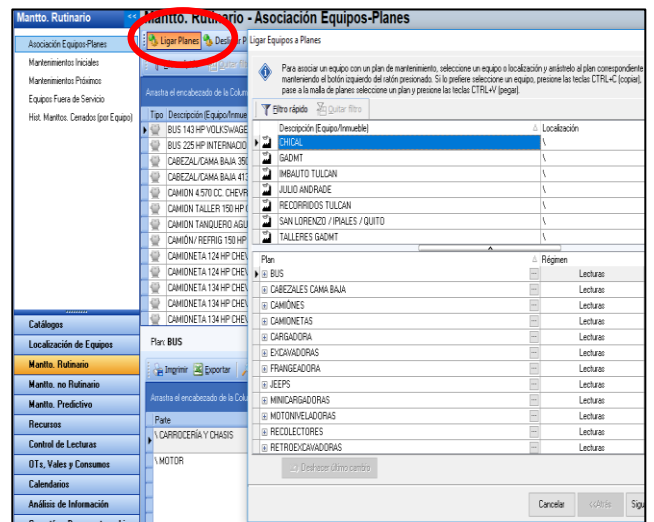


Figura 5. Mantto. Rutinario/Asociación Equipos-Planes

La Figura 5. muestra el módulo, Mantto. Rutinario/Asociación Equipos-Planes y se observa el botón Ligar Planes, al hacer click se genera tareas requeridas dependiendo el emparejamiento de los planes ya realizados con anterioridad a cada una de las unidades.

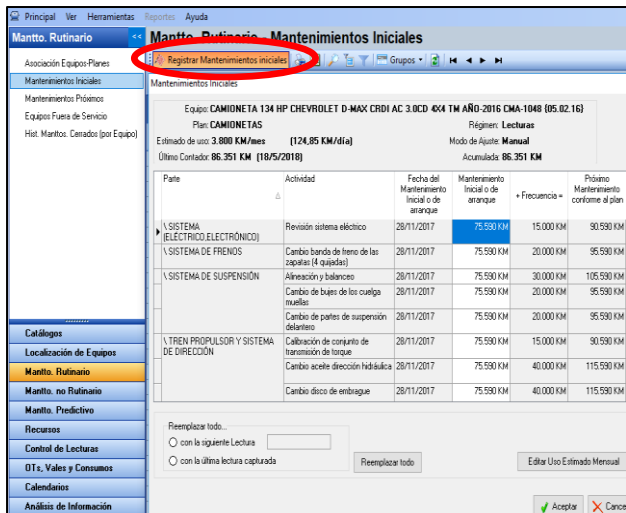


Figura 6. Mantto. Rutinario/Mantenimientos Iniciales

La Figura 6. muestra el módulo, Mantto. Rutinario/Mantenimientos Iniciales y se observa el botón Registrar Mantenimientos Iniciales, donde al hacer click se analiza el mantenimiento necesario o se puede verificar si es conveniente modificar el arranque de inicio que sea más factible para la programación, con la finalidad de que las unidades cumplan el desempeño de trabajo adecuado según sea la necesidad del mantenimiento programado.

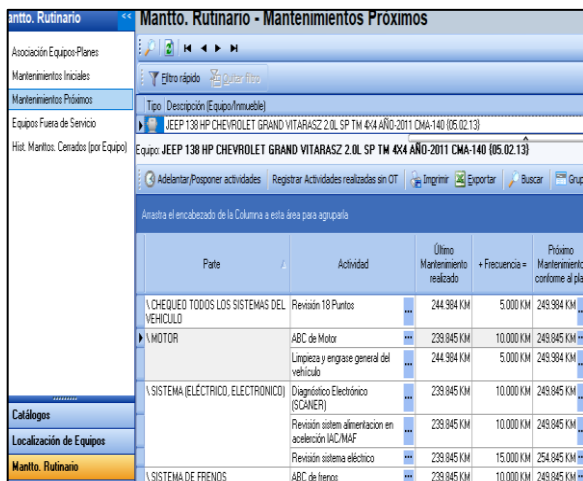


Figura 7. Mantto. Rutinario/Mantenimientos Próximos

La Figura 7. muestra el módulo Mantto. Rutinario/Mantenimientos Próximos, en dicho módulo se puede generar procesos de realización de tareas dependiendo del rango programado, se suma las lecturas ingresadas diariamente de acuerdo con el funcionamiento desempeñado por la unidad, ya sea en kilometrajes o en horas de trabajo. De esa manera se logra obtener orden en

los procesos y se disminuye el tiempo de parada inesperada.

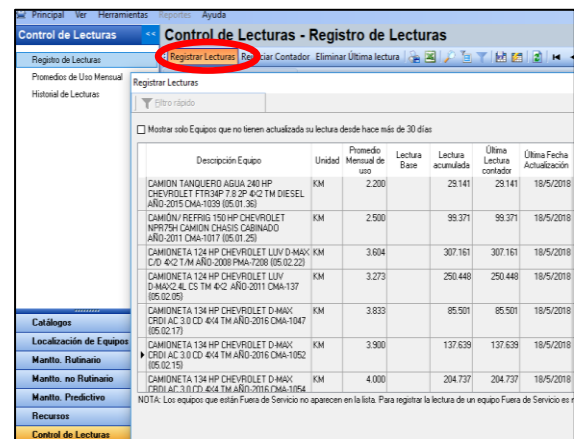


Figura 8. Control de Lecturas/Registro de lecturas

La Figura 8. muestra el módulo Control de Lecturas/Registro de lecturas y se observa el botón Registrar Lecturas, donde al hacer click se ingresan los kilometrajes y horas de trabajo. Con el fin de optimizar la vida útil de los vehículos y maquinaria del GAD Municipal de Tulcán, se ingresa la información diariamente, lo que permite obtener con exactitud fechas de los mantenimientos.

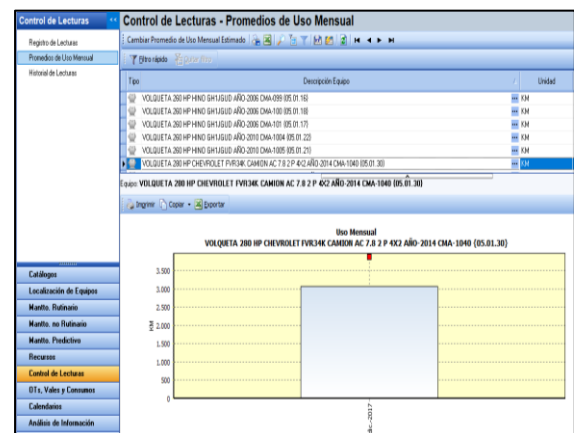


Figura 9. Lecturas/Promedios de uso mensual

La Figura 9. muestra el módulo Lecturas/Promedios de uso mensual, donde se genera registros del promedio de uso mensual de la unidad, con una gráfica que explica el funcionamiento y uso estimado en el transcurso del mes de trabajo, además es creada según el número de lecturas ingresadas dentro del software, suma y saca un promedio de uso de la máquina o vehículo, que conste dentro de los catálogos ingresados.

Las gráficas creadas por el software MP9 cumplen la función de explicar el kilometraje o las horas de trabajo de cada una de las unidades

en funcionamiento con fechas establecidas según lo requerido en la creación de la ficha de ingreso de datos de cada unidad que corresponde a la flota vehicular y maquinaria pesada.

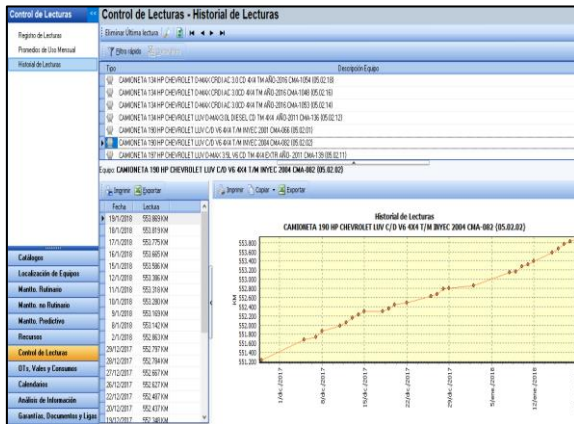


Figura 10. Control de lecturas/Historial de Lecturas

La Figura 10. muestra el módulo Control de Lecturas/Historial de Lecturas, donde se crea una gráfica de historial de lecturas mediante el uso de la unidad, ya que al ingresar lecturas de funcionamiento se dibuja una línea de trabajo realizado. En caso de no ingresar diariamente lecturas de trabajo, la línea tendrá grandes saltos y de tal manera deformación grafica de especificación en trabajos por kilometrajes y horas realizados.

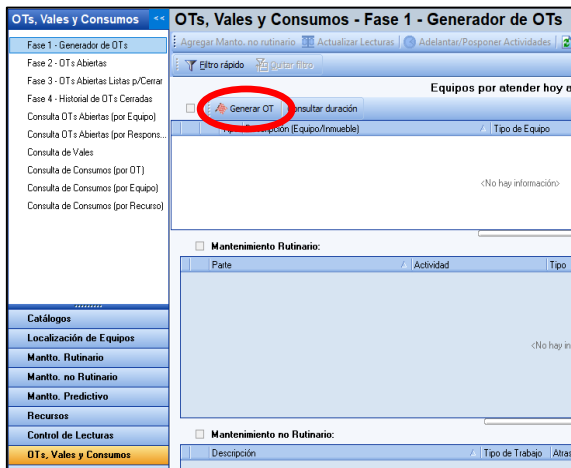


Figura 11. OTs/Fase 1 generador de OTs

La Figura 11. muestra el módulo OTs Vales y Consumos/Fase 1-Generador de OTs y se observa el botón Generar OT, al hacer click se puede crear ordenes de trabajo que se va a aplicar durante el periodo de mantenimiento establecido por el software.

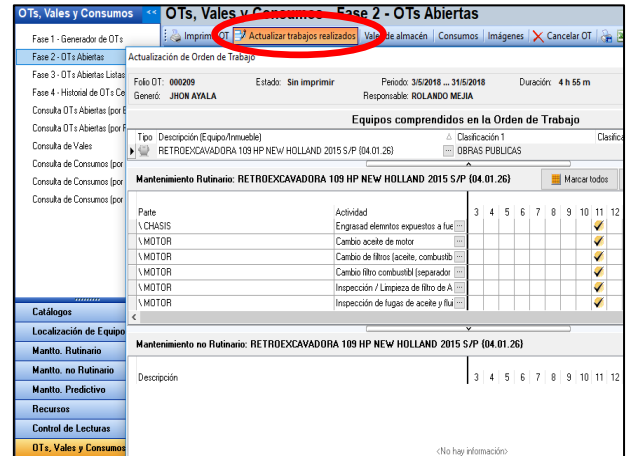


Figura 12. OTs/Fase2-OTs Abiertas

La Figura 12. muestra el módulo OTs Vales y Consumos/Fase2-OTs Abiertas y se observa el botón Actualizar trabajos realizados, donde al hacer click se verifica las tareas programadas en la orden de mantenimiento generada por el MP9, y es donde se confirma si el proceso de realización de la orden asignada está desarrollado en días específicos o en otros días del mes en el que aún se encuentre habilitado el periodo de verificación.

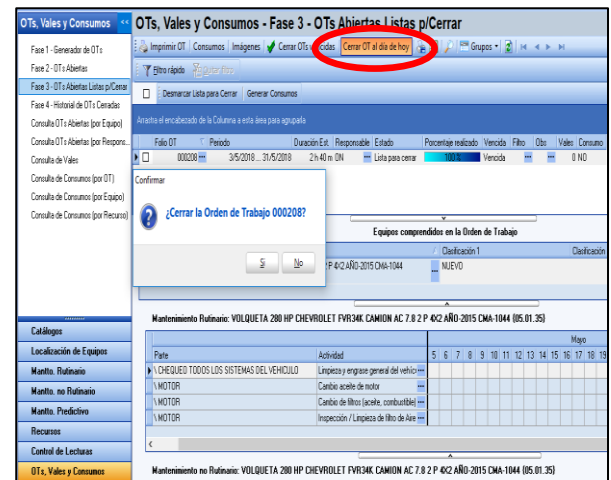


Figura 13. OTs/Fase3-OTs Abiertas listas P-Cerrar

La Figura 13. muestra el módulo, OTs Vales y Consumos/Fase3 OTs Abiertas listas P-Cerrar y se observa el botón Cerrar OT al día de hoy, donde al hacer click se puede verificar el procedimiento de realización de la orden de mantenimiento y de esa manera se logra constatar si el trabajo ha sido realizado o no en su totalidad, una vez desarrollada de la fase 3; se procede a cerrar la orden.

Fecha OT	Periodo	Duración Est.	Responsable	Estado	Porcentaje realizado
000161	25/4/2019 - 30/4/2019	2h 45m ON		Cerrado	100%
000160	25/4/2019 - 30/4/2019	4h 10m CRH		Cerrado	100%
000159	19/4/2019 - 30/4/2019	2h 40m RM		Cerrado	100%
000158	19/4/2019 - 30/4/2019	2h 40m RM		Cerrado	100%
000157	19/4/2019 - 30/4/2019	2h 30m ON		Cerrado	100%
000156	12/4/2019 - 30/4/2019	14h 40m MA		Cerrado	100%
000155	12/4/2019 - 30/4/2019	14h 40m MFVC		Cerrado	100%
000154	12/4/2019 - 30/4/2019	9h 10m AD		Cerrado	100%
000153	12/4/2019 - 30/4/2019	2h 40m JAAP		Cerrado	100%
000152	12/4/2019 - 30/4/2019	2h 40m CRH		Cerrado	100%
000151	12/4/2019 - 30/4/2019	2h 40m SA		Cerrado	100%
000150	12/4/2019 - 30/4/2019	11h 50m RM		Cerrado	100%
000149	12/4/2019 - 30/4/2019	10h 25m ON		Cerrado	100%
000148	12/4/2019 - 30/4/2019	4h 50m MA		Cerrado	100%
000147	12/4/2019 - 30/4/2019	8h 50m MFVC		Cerrado	100%
000146	12/4/2019 - 30/4/2019	8h 50m JAAP		Cerrado	100%
000145	12/4/2019 - 30/4/2019	3h 20m AD		Cerrado	100%
000144	12/4/2019 - 30/4/2019	2h 30m CRH		Cerrado	100%
000143	12/4/2019 - 30/4/2019	4h 55m CRH		Cerrado	100%
000142	12/4/2019 - 30/4/2019	4h 55m JAAP		Cerrado	100%
000141	12/4/2019 - 30/4/2019	9h 25m AD		Cerrado	100%
000140	12/4/2019 - 30/4/2019	13h 30m MFVC		Cerrado	100%
000139	12/4/2019 - 30/4/2019	9h 55m MA		Cerrado	100%

Figura 14. OTs/Fase 4 Historial OTs Cerradas

La Figura 14. muestra que generada la Fase 3, el orden de trabajo se guarda en la base de datos del MP9, de manera que para poder verificar las órdenes realizadas se procede a ingresar al módulo OTs Vales y Consumos/Fase 4 Historial OTs Cerradas.

Figura 15. Calendarios/Condensado Anual (por Equipo)

La Figura 15. muestra el módulo Calendarios/Condensado Anual (por Equipo), donde una vez realizado el proceso de OTs se puede verificar los mantenimientos en fechas establecidas por la programación del software durante el periodo de un año.

V. CONCLUSIONES

- Se obtuvo la reducción de costos de mantenimiento del 13% del presupuesto anual en el GAD Municipal de Tulcán, al realizar cambios de lubricantes, neumáticos y repuestos acorde a cada unidad y gracias a la implementación, aplicación y uso del sistema de

mantenimiento CBM juntamente con el software MP9.

- El Software MP9 junto con el sistema CBM, disminuye las paradas inesperadas, por medio del control de lecturas en kilometrajes en el caso de vehículos, y en horas de trabajo para maquinaria.
- La programación del software aporta a la vida útil y reducción de tiempo de parada en cada unidad en mantenimiento, gracias a que los vehículos y máquinas constan de un cronograma mensual distribuido en fechas de aplicación y depende de las actividades desarrolladas por cada unidad en kilómetros y horas.
- Los mantenimientos correctivos aplicados en maquinaria pesada sin uso del sistema CBM y MP9 duraban 25 días, ya que no se realizaba un pedido de repuestos que permanezca en bodega y con el funcionamiento de los sistemas aplicados juntamente con la organización de pedidos el mantenimiento dura 10 días.

RECONOCIMIENTO

El presente trabajo de grado se realizó gracias al Ing. Carlos Mafla, por el apoyo brindado durante el proceso de aplicación e investigación que aporta a los estudios de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte.



REFERENCIAS

1. Anh Nguyen , K., Grall, A., & DO, P. (2014). Condition-based maintenance for multi-component systems using importance measure and predictive information. *International Journal of Systems Science*, 228-245.
2. Barraza Barraza , D. (2014). Opportunities and Challenges in Condition-Based Maintenance Research. *Proceedings of the 2014 Industrial and Systems Engineering Research Conference* (pág. 9). Texas: Universidad Tecnológica de Texas.
3. Bermúdez , J. C. (6 de noviembre de 2013). starMedia. Obtenido de starMedia: <http://autos.starmedia.com/taller-mecanico/tipos-mantenimiento-para-auto.html>
4. Bernal Matute, Á. A. (2012). Manejo y Optimización de las Operaciones de Mantenimiento Preventivo y Correctivo en un Taller Automotriz. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
5. Botero G, C. (1991). *Manual de Mantenimiento*. Santa Fe de Bogotá: Sena.
6. Burbano , C. (5 de Mayo de 2013). SlideShare. Obtenido de SlideShare: <https://es.slideshare.net/mecatroniko/historia-de-mantenimiento>
7. Carnero , M. (2012). Condition Based Maintenance in Small Industries. *IFAC Proceedings Volumes*, 199-204.
8. Cochea Tomalá, S. (2009). Métricas de calidad de sistemas de información: aplicación en certificación de la calidad de un sistema en una empresa del sector hidrocarburífero. Guayaquil : Escuela Superior Politécnica del Litoral.
9. De la Paz Martínez , E., & López Espinosa , H. (2014). Evolución de mantenimiento en Cuba y la participación de las universidades en el proceso. *Revista CINTEX*, 48-53.
10. Fan, S., Zhou, Q., Zhao, J., & Xiong, X. (2014). Research and Implementation of Condition-Based Maintenance System for Stack Crane in Automatic Storage and Retrieval System. *Proceedings of China Modern Logistics Engineering* (pág. 292). China: Logística Ingeniería Institución, CMES.
11. Fred R, D. (2017). Conceptos De Administración Estratégica. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA.*, 5-9.
12. Guaján Morán, A. P. (2016). Programa de mantenimiento productivo total para la maquinaria del gobierno autónomo descentralizado de Cotacachi. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
13. García Alcaráz, J. L., & Pérez Rico, L. (2015). Factores Tecnológicos asociados al éxito del mantenimiento preventivo total (TPM) en Maquilas. Ciudad Juárez: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
14. García, S. (24 de octubre de 2017). Renovetec. Obtenido de Renovetec: <http://www.elplandemantenimiento.com/index.php/que-es-un-plan-de-mantenimiento>