

# **GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN**

## **MAINTENANCE MANAGEMENT FOR CONSTRUCTION MACHINERY**

Erika Lorena León Losada  
Administradora de Empresas  
Estudiante  
Bogotá, Colombia.  
est.erika.leon@unimilitar.edu.co

**Artículo de Investigación**

**DIRECTOR**  
**Hugo Esteban Vega Angulo**



La U  
**acreditada**  
para todos

**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS**  
**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**MAYO DE 2022**

# GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN

## MAINTENANCE MANAGEMENT FOR CONSTRUCTION MACHINERY

Erika Lorena León Losada  
Administradora de Empresas  
Estudiante  
Bogotá, Colombia.  
est.erika.leon@unimilitar.edu.co

### RESUMEN

El sector de la construcción es uno de los sectores económicos más relevantes en un país, genera un gran número de empleos y a su vez involucra diferentes sectores de suministros; son diferentes las empresas de esta industria que requieren el uso de maquinaria o equipos para desarrollar sus actividades, representando el manejo de estos equipos un importante componente en los costos de un proyecto, viéndose afectados por la falta de previsión y organización en el desarrollo de los mantenimientos a esta maquinaria; para el caso de este artículo; en la producción de concreto directamente en obra. A través de la observación; entrevistas y reconocimientos en campo se logró crear e implementar una estrategia basada en el plan de mantenimiento para la maquinaria amarilla empleada en este proceso, que busco establecer una mejora en los retrasos de producción y sobrecostos en el proyecto.

**Palabras clave:** Construcción, Costos de producción, Equipo, Gestión de mantenimiento, Mantenimiento, Maquinaria, Plan de mantenimiento.

### ABSTRACT

The construction sector is one of the most relevant economic sectors in a country, it generates a large number of jobs and in turn involves different supply sectors; there are different companies in this industry that require the use of machinery or equipment to develop their activities, representing the management of this equipment an important component in the costs of a project, being affected by the lack of foresight and organization in the development of the maintenance of this machinery; for the case of this article; in the production of concrete directly on site. Through observation, interviews and field surveys, it was possible to create and implement a strategy based on the maintenance plan for the yellow machinery used in this process, which sought to establish an improvement in production delays and cost overruns in the project.

**Keywords:** Construction, Production costs, Equipment, Maintenance management, Maintenance, Machinery, Maintenance plan.

## INTRODUCCIÓN

La construcción y el desarrollo de las actividades que está involucra hacen parte de uno de los sectores que más genera crecimiento a la economía de un país y su región. En la ejecución de sus proyectos involucra una gran cantidad de empresas y trabajadores de forma directa y así mismo dinamiza el uso de una variada gama de insumos que el propio desarrollo de sus actividades requiere (Prestan Serrano, 2018). Por otra parte, es una actividad que ocupa un alto requerimiento de recurso humano, lo que se constituye en un factor clave para el establecimiento de políticas que permitan asegurar altos niveles de empleo (Ruggirello, 2011).

El protagonismo que representa la industria de la construcción en el desarrollo de la sociedad, es indudablemente fundamental, juega un papel importante en la creación de infraestructura vial, infraestructura de vivienda; instalaciones sanitarias, infraestructura deportiva y recreativa; en las que fortalece la cultura y el crecimiento económico de la humanidad. La verdadera influencia del sector en la economía mundial se aprecia en el hecho de que, en 2007, generaron 4.7 trillones de dólares (Langdon, 2008), aportando el 10% del PIB global y empleando a más de 111 millones de personas (UNEP, 2009). Por lo general, el sector genera entre el 5 y el 10% de los empleos y aporta del 5% al 15% del PIB de un país (UNEP, 2007), cifra que para Colombia ocupó un quinto lugar dentro del PIB, en el segundo trimestre de 2021, donde el valor agregado de la construcción creció 17,3%, respecto al mismo periodo de 2020. (DANE, 2021). Esta dinámica explica el porqué de los siguientes componentes también crecieron.

Construcción de edificaciones residenciales y no residenciales creció 15,9%. 2.

Construcción de carreteras y vías de ferrocarril, de proyectos de servicio público y de

otras obras de ingeniería civil creció 19,8%. 3. Actividades especializadas para la construcción de edificaciones y obras de ingeniería civil (alquiler de maquinaria y equipo de construcción con operadores) creció 17,4%. (DANE, 2021 – Indicadores de IIOC – IEAC – ICOCED - ICOCIV)

En Colombia para el año 2020 el gobierno lanzó un compromiso para la reactivación económica del país tras la pandemia. Esta estrategia tenía como nombre “Compromiso por Colombia” los proyectos a desarrollar son 533, la inversión total es de \$109 billones, y fundamental se busca alcanzar una meta de 4,4 millones en generación de empleo. Entre los proyectos se pueden destacar obras de infraestructura de transporte, pues tan solo 10 de estos proyectos suman una inversión de \$25,32 billones, 23% del total, La reactivación está en obras

(2021, abril 1). *Portafolio*. <https://www.portafolio.co/revista-portafolio/la-reactivacion-esta-en-obras-550577>

resaltando proyectos como el tramo I de la primera línea del Metro de Bogotá, el Túnel del Toyo, la obra de 9,73 km, ubicada en el occidente de Antioquia, entre Giraldo y Cañasgordas; la Conexión puente Pumarejo-Ciénaga (viaductos), la Ruta de los Comuneros (Zipaquirá – Ubaté - Barbosa - Bucaramanga; Girón Piedecuesta). (ANI 2021).

Dentro de los procesos constructivos, se emplean diferentes tipos de materiales y de maquinaria, por ello, el uso de las maquinas simples ha estado presente en el proceso de construir, desde que el ser humano desarrollo sus intereses por conocer y explotar dicha labor, uso que ha implementado paulatinamente y empleado para exaltar sus fuerzas. Las primeras máquinas utilizadas en la construcción fueron la palanca, el plano inclinado y la cuña, que permiten mover; elevar y romper piedras, respectivamente; y posteriormente, se dio la evolución

de la rueda y sus diferentes usos como la creación de la polea para elevar los materiales de una manera más eficiente (Construction Knowledge, 2018). A finales del siglo XVIII, se dio inicio a la creación, uso y práctica generalizada de la máquina de vapor, dando apertura a la Revolución Industrial; que trajo consigo una gran transformación tecnológica, social y económica para el mundo. Este gran paso en la historia del hombre dio lugar a que las máquinas reemplazaran en una parte significativa el trabajo humano; e hizo posible, que a partir de la segunda parte del siglo XIX se gestionaran y desarrollaran grandes obras de ingeniería que a nuestra época son un gran ejemplo de transformación, algunas como el canal de Suez (1869), la torre Eiffel (1889) y los grandes puentes, presas y edificios (Casado, 2009).

En la actualidad difícilmente se prescinde de las máquinas para realizar gran parte de las actividades propias de la industria de la construcción, tales como: elevar objetos pesados y/o de gran volumen, excavar en suelos rocosos o saturados, formar terraplenes, tender carpetas asfálticas, demoler elementos de concreto armado, cortar y soldar metales; realizar demoliciones en masa, cargue y descargue de materiales (Yepes & Martí, 2017) y es allí en donde hacer referencia a la maquinaria amarilla, que para Caterpillar (1989) es aquel equipo que puede realizar trabajos mecánicos y pesados que el hombre no puede realizar debido a su complejidad en cuanto a movimientos y controles de volúmenes, es decir, levantamiento de cargas, aplicación de fuerza de desgarrar o rompimiento, empuje horizontal y perforación. Teniendo en cuenta que debe contar con la operación y manipulación de una persona.

En la ilustración 1 se puede evidenciar en que sectores de la industria colombiana se emplea la maquinaria amarilla, en donde el sector de la construcción ocupa un segundo lugar con un 34%.

Toda máquina debe estar monitoreada e involucrada en un proceso de mantenimiento que permita un buen funcionamiento, así garantizar la mejor disponibilidad para la compañía y el desarrollo de su proyecto, así como un alto grado de confiabilidad en las maquinas empleadas durante el tiempo que se requieren en operación; estando a punto en el momento oportuno, con el menor costo posible (Mora, 2007b), siempre en pro del bienestar y seguridad de quien se encarga de operar las mismas y el cuidado del medio ambiente (Navarro, 1997)



**Ilustración 1.** Utilización de la maquinaria según el sector económico en Colombia  
**Fuente:** Archivo Cámara industria y Comercio

Con el fin de garantizar el principal papel del mantenimiento, que consiste en incrementar la confiabilidad de los sistemas de producción; se deben implementar actividades como planeación, organización, control y ejecución de métodos, buscando la conservación de los equipos; favoreciendo el costo – beneficio de la compañía. Crear un proceso de mantenimiento va más allá de generar o hacer reparaciones cada vez que se presentan ya que su importancia toma valor cuando el número de fallas reportadas se disminuyen como resultado de una buena gestión que involucra el apoyo de toda la compañía, desde el operador hasta la gerencia; que

finalmente pretenden terminar en la reducción de gastos que puede ser transferida como un menor valor al cliente (Mora, 1990c).

La compañía Consultoría, Ingeniería y Topografía SAS - CONINTOP SAS, hace parte del sector de la construcción en Colombia desde hace siete años. Sus líneas de trabajo son la obra civil, consultoría; interventoría, topografía y un nuevo frente de trabajo enfocado en la producción de concreto, para la construcción de edificaciones residenciales verticales (edificios) actividad que también implica el alquiler y compra de maquinaria especializada como; plantas, bombas de concreto y minicargadores; entre otros. Las actividades que desempeña esta compañía se ejecutan en diferentes departamentos del país como Cundinamarca, Boyacá, Tolima; Huila y en municipios como, Tocancipá; Fusagasugá, Mesitas del Colegio; Duitama, Ibagué; entre otros.

En la ejecución y puesta en marcha de la línea de producción de concreto se han generado diferentes dificultades técnicas relacionadas con la maquinaria, que han repercutido en sobrecostos para la compañía; por ello es importante indagar y conocer ¿Qué estrategia se podría generar para que la falta de previsión y organización en el desarrollo de los mantenimientos a la maquinaria empleada en la producción de concreto, en las obras ubicadas en el municipio de Tocancipá y Mesitas no produzcan retrasos en la producción y sobre costos en el proceso de mantenimiento de los equipos?

Con el fin de encontrar una solución a la problemática presente, se planea elaborar una estrategia para el desarrollo de la gestión de los recursos, en los planes de mantenimiento para la producción de concreto en obra de la compañía CONINTOP SAS, que fomente una mejora en los retrasos de producción y sobrecostos en el proceso de mantenimiento, estrategia que brinde a la organización, una mayor disponibilidad de los equipos, acompañada de una disminución de

los costos por mantenimiento, generando beneficios, que redundan en una filosofía de mejoramiento continuo, una mayor rentabilidad operacional y un menor impacto ambiental, lo cual permite mejorar la competitividad de la empresa. Adicional los resultados organizativos y de gestión del proyecto apoyan posibles procesos de certificación empresarial.

En el sector de la construcción, empresas que podrán beneficiarse con un plan de mantenimiento que marcará un antes y un después en la batalla contra gastos y tiempo de uso en la maquinaria. De este modo, podrían mejorarse la calidad y las expectativas de vida de los equipos, además de proponer un proceso de prevención puntual y efectivo.

La estructura del artículo es la siguiente: en la sección 1, se desarrolla el marco teórico, con el fin de generar un acercamiento a las metodologías y métodos que se han generado sobre el tema a tratar; en la sección 2, resultados del acercamiento y análisis realizado, en la sección 3, las conclusiones.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El desarrollo de esta investigación tiene un enfoque cualitativo, ya que analizando los autores Blasco y Pérez (2007), la investigación cualitativa permite estudiar una situación en un contexto real, a través de la selección e interpretación de fenómenos de acuerdo a las personas y contextos implicados, el problema planteado en este proyecto permite partir de un caso particular para llegar a una conclusión general, en donde el investigador interactúa con los informantes de un modo natural y no intrusivo.

La recolección y análisis de datos que se generan en el enfoque cualitativo permiten a los involucrados perfeccionar las preguntas de investigación o encontrar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación. Hernández Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). Por ello la metodología empleada para la consecución de la información, se generó a través de



entrevistas, ejercicios de observación; reconocimientos en campo, que permitieron describir las rutinas y las situaciones problemáticas.

Así mismo la observación participativa fue una herramienta importante ya que al plantear la mejora a un proceso ya existente permitió con las personas que más afectan el proceso, crear conceptos, alcances e información que genero un acercamiento al logro del objetivo.

Con el fin de presentar de manera teórica las herramientas empleadas para el desarrollo del tema de investigación, se presenta el marco teórico sobre la gestión de mantenimiento, su historia; donde se incluyeron conceptos básicos sobre tipos de mantenimiento, tipos de equipos según el mantenimiento; modelos de mantenimiento, entre otros.

En primer lugar, una definición clara para la gestión de mantenimiento, evolución histórica y su papel en las empresas; se explicarán los diferentes tipos de mantenimiento; en segundo lugar, se explicarán algunos modelos de mantenimiento.

La gestión de mantenimiento hace referencia a administrar todos los procesos que se encuentren involucrados de alguna forma dentro de las actividades de mantenimiento, ya sea directa e indirectamente; al programar, corregir y controlar estas actividades se generan ahorros de esfuerzo y de tipo económico. Es necesario gestionar la función de mantenimiento ya que su principal beneficio está relacionado con la reducción de costos, que claramente marca un punto diferencial ante la competencia. Por tanto, se hace necesario optimizar el gasto en materiales y el empleo de mano de obra. Para lograr esta optimización de recursos es importante indagar sobre el modelo de organización que mejor se adapte a las necesidades, analizar el dominio que genera cada uno de los equipos; se debe estudiar el consumo mínimo y máximo de materiales que se emplean en el mantenimiento (Santiago García 2003,4). La gestión de mantenimiento se

establece como la administración, ordenamiento, disposición y control de los activos, con la finalidad de mantener su eficiencia en periodos controlados a un bajo costo.

Conocer la evolución de la gestión de mantenimiento en los últimos tiempos, lleva a diagnosticar el estado actual de la misma en una compañía y el papel que desarrolla frente a su principal cliente, como se observa en la tabla 1, se han generado seis etapas en la evolución de la gestión de mantenimiento; logrando identificar como su orientación ha estado enfocada desde el producto hasta la búsqueda de una innovación tecnológica, iniciando su historia con la búsqueda de satisfacer una necesidad específica y llegando en la actualidad a integrar las necesidades de los clientes con las necesidades de sus equipos de trabajo, proveedores; las gestiones internas de la compañía; desarrollando habilidades y competencias que llegan a productos elaborados con tecnologías de punta y desarrollos científicos.

Etapa	sucede aproximadamente	Producción - Manufactura		Mantenimiento e Ingeniería de Fábricas	
		Orientación hacia ...	Necesidad específica	Orientación hacia ....	Objetivo que pretende
I	antes de 1950	el producto	generar el producto	hacer acciones correctivas	reparar fallos imprevistos
II	entre 1950 y 1959	la producción	estructurar un sistema productivo	aplicar acciones planeadas	prevenir, predecir y reparar fallos
III	entre 1960 y 1980	la productividad	optimizar la producción	establecer tácticas de mantenimiento	gestar y operar bajo un sistema organizado
IV	entre 1981 y 1995	la competitividad	mejorar índices mundiales	implementar una estrategia	medir costos, CMD, compararse, predecir índices, etc.
V	entre 1996 y 2003	la innovación tecnológica	hacer la producción ajustada a la demanda	desarrollar habilidades y competencias	aplicar ciencia y tecnología de punta
VI	desde 2004	Gestión y operación integral de activos en forma coordinada entre ambas dependencias Anticiparse a las necesidades de los equipos y de los clientes de mantenimientos - Predicciones - Pronósticos Gestión de activos			

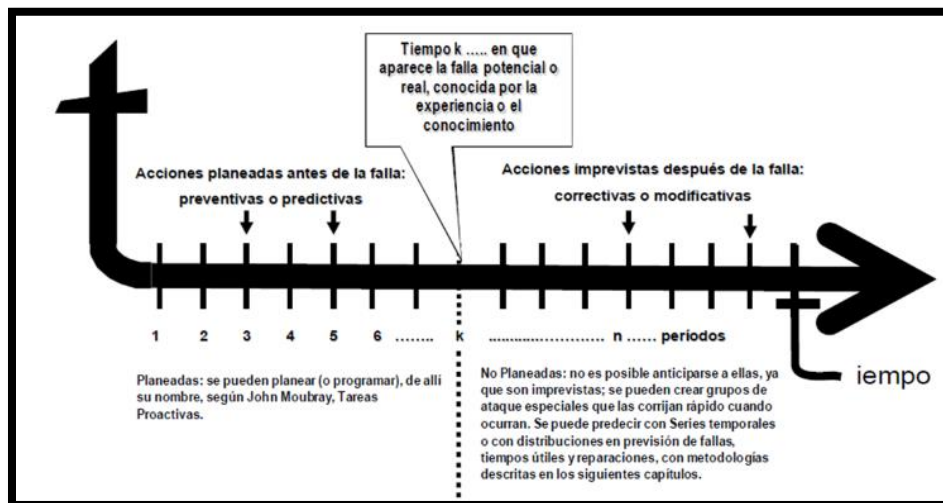
**Tabla 1.** Evolución histórica de la gestión de mantenimiento

**Fuente:** (Mora, 2007a)

Dentro de la gestión de mantenimiento y su evolución histórica, se evocan 4 tipos de acciones que agrupan cualquier tipo de intervención a los equipos por parte del personal técnico

de mantenimiento, los cuales son: a) Mantenimiento Correctivo b) Mantenimiento Modificativo c) Mantenimiento Preventivo d) Mantenimiento Predictivo.

Las acciones de mantenimiento pueden ser clasificadas como antes o después de ocurrida la falla, algunos autores como Navarro (1997), plantean que el mantenimiento predictivo hace parte de un tipo de acción más global la cual es el mantenimiento preventivo, otros como Rey (1996) hablan de solo dos tipos de mantenimiento correctivo y preventivo, y algunos como Mora (2007), Kelly (1998) y Silva (2009) mencionan a los cuatro tipos de mantenimiento de manera general .



**Ilustración 2.** Tipos de acciones de mantenimiento.

**Fuente:** (Mora, 2007b)

Como se analiza en la ilustración 2, en la línea de tiempo en la cual puede aparecer una falla existen acciones planeadas o esperadas antes de que ocurra dicha falla; a estas se le llaman preventivas o predictivas; aquellas acciones que aparecen después de la falla se denominan correctivas o modificativas, el mantenimiento correctivo, se fundamenta en la corrección de las fallas a medida que estas se van presentando, normalmente quien reporta dichas averías es el propio usuario u operario de los equipos. La mayor dificultad que se encuentra al emplear este

tipo de mantenimiento deriva del poco tiempo de reacción que puede tener el usuario al darse cuenta de la falla, ya que se logra identificar justo al momento en que se requiere emplear el equipo, bien sea al momento de ponerlo en marcha o durante la ejecución de la actividad (Navarro Elola, et al., 1997). Para este escenario las reparaciones pueden ser de dos clases, a) Paliativo: Es un arreglo de urgencia, se genera en el momento para no parar la producción, sin embargo, no es definitivo. b) Curativo: Es un arreglo definitivo en profundidad, que puede generar un paro en la producción para su mayor efectividad.

El mantenimiento modificativo, hace referencia a las modificaciones que se realizan a los equipos que pueden estar enfocadas a eliminar la causa raíz de la falla, realizar alguna modificación que extienda la vida útil del equipo o aquella que requiera articular una nueva máquina dependiendo de las necesidades del proceso. Las acciones del mantenimiento modificativo normalmente se realizan cuando después de reiteradas intervenciones correctivas, no es posible corregir la causa raíz del problema por completo, y la falla persiste durante el tiempo de operación (Kelly, et al, 1998). El mantenimiento Preventivo, se basa en la gestión e implementación de un plan de mantenimiento que debe ser creado bajo el conocimiento de los equipos a los cuales se les realiza esta actividad, su nivel de interacción en el proceso y en coordinación con el área de producción para encontrar el momento más óptimo en que deba realizarse, para lograr esto se requiere un amplio conocimiento de las fallas que se presentan y sus posibles causas; al igual que la información del fabricante (manual del equipo) y sus recomendaciones, las cuales deben ser empleadas o ajustadas según el entorno en el cual trabaja el equipo (Patton, 1995). también definirlo como el conjunto de acciones enfocadas a inspeccionar, controlar y reparar periódicamente, antes de que se produzca una avería; cuando

aún la maquina se encuentra en términos de seguridad, calidad y desgaste; dentro de los límites aceptables (Rey, 1996).

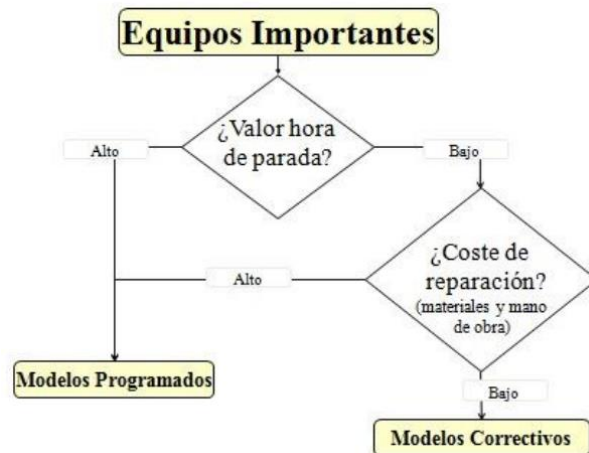
El mantenimiento Predictivo, se centra en lograr pronosticar futuras fallas del equipo, logrando el seguimiento y la corrección de las causas raíz que están generando las fallas del mismo; esta herramienta trabaja mejor cuando la compañía gestiona un historial de mantenimientos, encontramos algunas ventajas que están directamente relacionadas con la reducción de tiempo de parada ya que se conoce la pieza o parte que está fallando, se puede realizar seguimiento a la evolución de un defecto en el tiempo; elaboración de un registro histórico de fallas y mantenimientos que son fuente primaria para la toma de decisiones técnicas en los equipos (Mora, 2009).

Tipos de Equipos según su mantenimiento: Según Knezevic (1996) tres tipos de equipos, los críticos; que son los que generan un alto impacto en la productividad de la compañía, los costos de parada o mal funcionamiento son denominados inaceptables por las graves consecuencias a nivel de producción y económicos, Los equipos importantes, aquellos que por términos de paradas o mal funcionamiento afectan a la compañía, pero sus consecuencias son en términos económicos asumibles o financiables. Y los equipos prescindibles, son aquellos que no generan consecuencias significativas para la productividad de la compañía en caso de presentar paradas; estos generan un mínimo sobre costo o cambio en la programación de actividades.

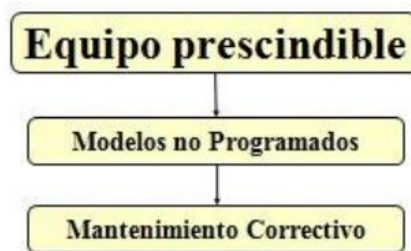
En los modelos de mantenimiento que podemos emplear según el tipo de equipo a intervenir los relacionados en las ilustraciones 3,4 y 5.



**Ilustración 3.** Modelo equipos críticos.  
**Fuente:** (Rey, 1996).



**Ilustración 4.** Modelo equipos prescindibles.  
**Fuente:** (Rey, 1996).



**Ilustración 5.** Modelo equipos importantes.  
**Fuente:** (Rey, 1996).

Se realizó el acercamiento a otros casos de estudio en donde su temática está enfocada a la gestión de planes de mantenimiento, se evidenció la metodología empleada y los resultados obtenidos con su trabajo, referencia al caso del programa de mantenimiento para los activos de una empresa del sector de la construcción ubicada en la ciudad de Bogotá, cuyo caso se basó en el equipo Retrocargador de oruga Hitachi 200, maquinaria que la compañía alquila ya que sus equipos se tienen para la renta de otras organizaciones.

El objetivo de este caso fue, Generar una propuesta para la implementación del programa de mantenimiento en una empresa del sector de obra civil, específicamente en la división de alquiler de equipos. Ramírez, & Herrera, M. (2021). *Propuesta de un Programa de*

*Mantenimiento para los Activos de una Compañía del Sector de Obra Civil en la división de Alquiler de Equipos. “Caso de Estudio Retrocargador de oruga Hitachi 200”* (tesis de posgrado). Universidad ECCO, Bogotá, Colombia.

Se identificó que los autores de esta investigación fundamentaron su metodología en el estudio de cinco casos a nivel mundial, cinco casos a nivel nacional y local; sobre el manejo de estrategias de mantenimiento para equipos de construcción o maquinaria pesada, en donde lograron identificar las principales características del ciclo de vida de un buen mantenimiento, clases de mantenimiento, tipos de equipos. Emplearon el método deductivo de investigación, partiendo de un diagnóstico y llegando al resultado de la problemática a través del análisis de las variables que identificaron; estableciendo planes de acción a las necesidades de la organización y estrategias de refuerzo para el trabajo en el área de mantenimiento.

Las herramientas que emplearon para obtener información del proceso, generar un diagnóstico y definir las actividades que se requerían para la reestructuración del programa de mantenimiento fueron cuestionarios para el diagnóstico inicial y la documentación del programa de mantenimiento con el que ya contaba la organización.

Del estudio realizado pudieron concluir que la primordial herramienta para el desarrollo de su propuesta fue la planeación, teniendo como soporte el lineamiento técnico y la adaptación de la normatividad vigente, todo esto encaminado a suplir las necesidades de mantenimiento de la compañía; teniendo en cuenta que esta área hace parte de los procesos misionales y es el soporte de la unidad de negocio en la división de alquiler de equipos.

La conclusión más importante de este estudio es que al no tener un plan de mantenimiento estructurado que contemple los lineamientos técnicos y la normatividad requerida, se genera un alto impacto en las líneas de negocio, el desarrollo de las operaciones en

obra, la prestación de servicios en este caso en la división de alquiler de equipos, en la imagen organizacional, la seguridad de los colaboradores y la preservación de los activos.

también el estudio del caso realizado al proceso de mantenimiento de la empresa Martínez Contratistas e Ingeniería s.a. – Arequipa, Perú, cuyo objeto es, diseñar un plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada en la Empresa Martínez Contratistas e Ingeniería S.A – Arequipa, 2018. Amambal, F, & Huatay, C. (2018).

Los investigadores plantean en la descripción de la organización una compañía dedicada al sector de la minería y la construcción; con más de veinte años de experiencia en el desarrollo de sus actividades, como problemática encontraron que el área de mantenimiento de la flota de maquinaria pesada tenía dificultades en determinar las asignaciones de recursos humanos, herramientas y repuestos para una determinada tarea de mantenimiento, generando una baja disponibilidad de la maquinaria en las operaciones, empleando una metodología de investigación descriptiva – analítica que para Hernández, (2010), tiene como objetivo la descripción de los fenómenos que se pretenda analizar en pro de lograr identificar las causas de la problemática y futuras soluciones, empleando entrevistas al Jefe del área de Mantenimiento Mecánico de maquinaria Pesada y a los trabajadores responsables de cada sub-área, a través de herramientas como el método de Pareto y el diagrama Ishikawa.

Dentro de los resultados obtenidos se identificó que la compañía cuenta con un esquema organizacional definido, sin embargo, no hay estructuras y manuales de cargos establecidos, al analizar las causas que generan las constantes paradas no programadas, encontraron que la empresa no contaba con un plan de gestión de mantenimiento definido, procedimientos de mantenimiento claros; la herramienta necesaria y una estructura física acorde a las necesidades



de espacio; los anteriores hallazgos le permitieron a los autores demostrar a la compañía la necesidad de diseñar un plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada.

## **RESULTADOS**

La compañía Consultoría, Ingeniería y Topografía SAS - CONINTOP SAS adquirió hace diez meses, diferentes equipos o maquinas necesarias para incursionar en su nueva línea de servicios, la cual consiste en vender el concreto producido directamente en la obra, para la construcción de edificaciones residenciales; más conocidas como obras verticales, normalmente este concreto la constructora lo compra a las concreteras como Argos – Cemex - Holcim- Ultracem - el grupo Etex que se encuentran dentro del grupo de las más grandes en el país y por otro lado se encuentran Toptec – Mert - Dromos Pavimentos - Polimix Concreto Colombia - Cementos del Oriente; dentro del grupo de las más pequeñas, lo usual es que el concreto sea producido y transportando desde la concretera a la obra.

Los equipos adquiridos están conformados por dos plantas de concreto (una nueva y otra de segunda), dos bombas de concreto (de segunda); dos minicargadores ( uno de segunda y otro alquilado), al iniciar los procesos de producción en las obras ubicadas en el municipio de Tocancipa donde se espera producir concreto para la construcción de 1200 apartamentos y en la obra de mesitas del colegio donde se espera producir concreto para la construcción de 900 apartamentos, no se contempló de forma clara y completa el proceso de mantenimiento que la empresa debía asumir para evitar el deterioro de las maquinas, para generar un correcto funcionamiento y cumplir con los compromisos contractualmente adquiridos.

Se han generado retrasos en la producción diaria y en algunas ocasiones se ha dejado de producir por dificultades técnicas en los equipos, generando sanciones por no cumplir con lo

establecido en los contratos y un sobre costo en los valores determinados para el rubro de mantenimiento ya que deben generar procesos correctivos que implican conseguir personal para trabajar casi de inmediato y compra de repuestos a un valor más alto.

En la ciudad de Bogotá, en donde se encuentra ubicada CONINTOP SAS; existen algunas empresas prestadoras de servicios de mantenimiento para maquinaria amarilla; sin embargo, son escasas y en gran parte son talleres de mecánica pequeños, usualmente las compañías que trabajan con este tipo de equipos, recurren a talleres no especializados poniendo en riesgo la maquinaria, disminuyendo su vida útil. En otros casos las comercializadoras o importadoras prestan los servicios de reparación y mantenimiento con costos muy elevados al tener monopolizado el mercado, para esta compañía existe un condicional relevante al momento de realizar los mantenimientos ya que es necesario desplazarse hasta el lugar de trabajo o a las diferentes obras, si los equipos deben desplazarse al centro de mantenimiento este costo de movimiento es alto y se corre el riesgo de daños en los equipos.

Cabe resaltar que las técnicas empleadas para la consecución de la información, fueron las entrevistas, ejercicios de observación; reconocimientos en campo, que permitieron describir las rutinas y las situaciones problemáticas, así mismo la observación participativa fue una herramienta importante ya que al implementar una mejora, a un proceso ya existente permitió con las personas que más afectan el proceso, crear conceptos, alcances e información que ayuda a lograr los objetivos propuestos. En las ilustraciones 6,7 y 8 se observan los equipos de la compañía.



**Ilustración 6.** Minicargador  
**Fuente.** Compañía CONINTOP SAS



**Ilustración 7.** Planta de concreto  
**Fuente.** Compañía CONINTOP SAS



**Ilustración 8.** Bomba impulsadora de concreto  
**Fuente.** Compañía CONINTOP SAS

Los desarrollos de mantenimiento están a cargo de un ingeniero civil que conoce el funcionamiento de los equipos, sin embargo, no cuenta con la preparación técnica y la experiencia necesaria para liderar este proceso, este ingeniero también desempeña actividades propias de su campo en la coordinación de proyectos; la organización aún no incluye al personal de mantenimiento dentro de su organigrama.

Actualmente los mantenimientos se gestionan en un 80% de manera correctiva, según lo evidenciado en campo y órdenes de pago a los proveedores, cuando se presenta la falla el operario informa al coordinador y es él quien se encarga de solicitar cotización a los proveedores y posteriormente realizar la solicitud de servicio, el 20% restante de los mantenimientos son de

tipo preventivo ya que corresponden a tareas de baja complejidad como cambios de aceite, filtros y empaques, que son realizados directamente por los operarios, en cuanto a este equipo; CONINTOP SAS cuenta con seis operarios que de manera empírica han aprendido el funcionamiento y mantenimiento básico de los equipos; cuentan con personas que tienen un mínimo de cuatro años de experiencia.

Esta forma de manejar sus planes de mantenimiento no ha sido la adecuada ya que se han generado sobrecostos en el presupuesto, se han generado retrasos en la producción e incumplimientos contractuales; debido al poco tiempo que lleva en ejecución la nueva línea de servicio, la compañía está dispuesta a una mejora continua; enfocada en ofrecer un servicio de calidad con el mejor precio y una excelente utilidad.

Basados en un modelo racional para la toma de decisiones, que permite encontrar la mejor estrategia para dar solución al problema raíz, se exponen las siguientes alternativas: 1. Contratar una empresa externa que se encargue de realizar todo el proceso de mantenimientos, outsourcing. 2. Generar la creación de un plan de mantenimiento que incluya la contratación de una persona experta en mantenimientos, que trabaje en campo; maneje proveedores y trabaje de la mano con los operarios de los equipos. 3. Tener equipos de backup ya sean propios o arrendados, que permitan un remplazo de inmediato en obra, en la Tabla 2 podemos observar una asignación de costo aproximado para cada una de las estrategias; este valor se asignó luego de realizar una indagación en el mercado.

N°	ESTRATEGIA	COSTO APROXIMADO MENSUAL PARA EJECUTAR LA ESTRATEGIA
1	Contratar una empresa externa que se encargue de realizar todo el proceso de mantenimientos, outsourcing.	\$37.971.637
2	Generar la creación de un plan de mantenimiento que incluya la contratación de una persona experta en mantenimientos, que trabaje en campo; maneje proveedores y trabaje de la mano con los operarios de los equipos.	\$28.171.637
3	Tener equipos de backup ya sean propios o arrendados, que permitan un remplazo de inmediato en obra.	\$44.900.000

**Tabla 2.** Lista de Estrategias  
Fuente: Del autor

Se tomó como punto clave e inicial para la selección de la estrategia, el costo de la misma ya que para la compañía su prioridad es lograr ofrecer el mejor servicio con el costo que se ajuste a sus presupuestos, definiendo que la estrategia 2 es la mejor opción para la compañía, ya que su costo es el más manejable para el estado actual de la misma, en cuanto a la opción uno, maneja la ventaja de que terceros se pueden encargar del proceso por completo y esto disminuye la carga administrativa de la empresa pero eleva bastante el costo de tener los equipos; aumentando el componente financiero

Para la opción tres que puede llegar a ser la más fácil y rápida de implementar; esta por fuera del alcance de la compañía ya que comprar o alquilar equipos para tener de respaldo inevitablemente duplicaría el costo de tenencia de estos y finalmente se usarían solo mientras se normaliza o repara el equipo que presenta fallas, no es una estrategia que brinde una solución al problema de raíz, es solo una solución momentánea. Debido a la importancia económica que tiene la implementación de esta estrategia se realizó el siguiente análisis económico, con el objetivo de que CONINTOP SAS tenga claro los costos en que debe incurrir, analicemos estos en las tablas 3 – 4 – 5 y 6, a continuación.

COSTOS MENSUALES DE MANTENIMIENTO EQUIPO PLANTA DE CONCRETO		
ITEM	COMPONENTE O MODULO	VALOR TOTAL
1	Cambio valvulina cajas reductoras	\$300.000
2	Revisión eléctrica motores	\$200.000
3	Revisión eléctrica tablero de fuerza	\$150.000
4	Revisión de Gualderas	\$100.000
5	Revisión de bandas	\$100.000
6	Revisión de rodillos	\$200.000
7	Revisión de paletas	\$350.000
8	Revisión de celdas de carga	\$100.000
9	Revisión de software	\$100.000
10	Revisión de compresor de aire	\$80.000
11	Revisión sistema de mantenimiento de aire	\$100.000
12	Revisión sistema de aditivos	\$100.000
<b>TOTAL MENSUAL</b>		<b>\$1.880.000</b>
<b>TOTAL ANUAL</b>		<b>\$22.560.000</b>

**Tabla 3.** Costos mensuales de mantenimiento equipo planta de concreto  
**Fuente:** Del autor

En la tabla 3 observar los ítems que conforman el mantenimiento del equipo PLANTA DE CONCRETO, los valores que se muestran para cada uno; corresponden a la revisión de facturación por pagos que ha realizado la compañía para estos mantenimientos. Tenemos que el valor mensual de costos de mantenimiento para este equipo está en un valor de \$1.880.000.

COSTOS MENSUALES DE MANTENIMIENTO EQUIPO MINICARGADOR		
ITEM	COMPONENTE O MODULO	VALOR TOTAL
1	Cambio aceite de motor	\$600.000
2	Filtro de aceite	\$120.000
3	Filtro de combustible	\$100.000
4	Filtro Aceite Hidraulico	\$150.000
5	Engrace	\$50.000
6	Cambio de llantas	\$670.000
7	Cambio de Bateria	\$33.500
8	Revisión eléctrica	\$50.000
<b>TOTAL MENSUAL</b>		<b>\$1.773.500</b>
<b>TOTAL ANUAL</b>		<b>\$21.282.000</b>

**Tabla 4.** Costos mensuales de mantenimiento equipo Minicargador  
**Fuente:** Del autor

En la tabla 4 se identifican las actividades de mantenimiento que se deben realizar de manera mensual, como mantenimiento preventivo para el equipo MINICARGADOR; este costo equivale a \$1.773.500= mensualmente, valores individuales que se proyectan basados en los pagos a proveedores que ha realizado CONINTOP SAS.

<b>COSTOS MENSUALES DE MANTENIMIENTO EQUIPO BOMBA IMPULSORA DE CONCRETO</b>		
<b>ITEM</b>	<b>COMPONENTE O MODULO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
1	Cambio aceite de motor	\$600.000
2	Filtro de aceite	\$150.000
3	Filtro de combustible	\$100.000
4	Filtro Aceite Hidraulico	\$200.000
5	Engrace	\$50.000
6	Cambio de anillo y placa gafa	\$300.000
7	Cambio de Bateria	\$40.000
8	Revisión eléctrica	\$100.000
<b>TOTAL MENSUAL</b>		<b>\$1.540.000</b>
<b>TOTAL ANUAL</b>		<b>\$18.480.000</b>

**Tabla 5** Costos mensuales de mantenimiento equipo bomba impulsora de concreto  
**Fuente:** Del autor

En la tabla 5 se identifican las actividades de mantenimiento que se deben realizar de manera mensual, como mantenimiento preventivo para el equipo BOMBA IMPULSADORA DE CONCRETO; este costo equivale a \$1.540.000= mensualmente, valores individuales que se proyectan basados en los pagos a proveedores que ha realizado CONINTOP SAS.

En la tabla 6 se relacionan los costos de nómina mensual en que debe incurrir CONINTOP SAS al formalizar su área de mantenimiento, se contempla un director de equipos; que inicialmente se encargara de toda la coordinación, pero esta persona debe contar con el perfil necesario para liderar el área; adicional seis operarios de equipos, el valor mensual de la nómina corresponde a \$22.978.137.

CONSULTORÍA, INGENIERÍA Y TOPOGRAFÍA SAS														
NIT: XXX														
NOMINA DEL 01 AL 30 DE XXX DE XXX														
NOMBRE	CEDULA	CARGO	BASICO	AUXLIO TRANSP	Días	Días LAB	SALARIO	AUX T	INTERESES CESANTIAS	TOTAL DEVENG	SALUD		PENSION	
											8.5 %EMPLEADOR	4% EMPLEADO	12% EMPLEADOR	4% EMPLEADO
XXX	XXX	DIRECTOR DE EQUIPOS	\$ 3.000.000	\$ 0	30	30	\$ 3.000.000	\$ 0	\$ 0	\$ 3.000.000	\$ 255.000	\$ 120.000	\$ 360.000	\$ 120.000
XXX	XXX	OPERADOR PLANTA 1	\$ 2.000.000	\$ 0	30	30	\$ 2.000.000	\$ 0	\$ 0	\$ 2.000.000	\$ 170.000	\$ 80.000	\$ 240.000	\$ 80.000
XXX	XXX	OPERADOR PLANTA 2	\$ 2.000.000	\$ 0	30	30	\$ 2.000.000	\$ 0	\$ 0	\$ 2.000.000	\$ 170.000	\$ 80.000	\$ 240.000	\$ 80.000
XXX	XXX	OPERADOR MINICARGADOR 1	\$ 1.800.000	\$ 106.454	30	30	\$ 1.800.000	\$ 106.454	\$ 0	\$ 1.906.454	\$ 153.000	\$ 72.000	\$ 216.000	\$ 72.000
XXX	XXX	OPERADOR MINICARGADOR 2	\$ 1.800.000	\$ 106.454	30	30	\$ 1.800.000	\$ 106.454	\$ 0	\$ 1.906.454	\$ 153.000	\$ 72.000	\$ 216.000	\$ 72.000
XXX	XXX	OPERADOR BOMBA 1	\$ 1.800.000	\$ 106.454	30	30	\$ 1.800.000	\$ 106.454	\$ 0	\$ 1.906.454	\$ 153.000	\$ 72.000	\$ 216.000	\$ 72.000
XXX	XXX	OPERADOR BOMBA 2	\$ 1.800.000	\$ 106.454	30	30	\$ 1.800.000	\$ 106.454	\$ 0	\$ 1.906.454	\$ 153.000	\$ 72.000	\$ 216.000	\$ 72.000
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 14.200.000</b>	<b>\$ 425.816</b>			<b>\$ 14.200.000</b>	<b>\$ 425.816</b>	<b>\$ 0</b>	<b>\$ 14.625.816</b>	<b>\$ 1.207.000</b>	<b>\$ 568.000</b>	<b>\$ 1.704.000</b>	<b>\$ 568.000</b>
											\$ 2.911.000	\$ 1.136.000		
ARL	%	PARAFISCALES			CESANTIAS 8,33%	INT CESANT 1%		VACIONES 4,17%	P.SERVICIOS 8,33%	TOTAL DE PROVISIONES	OTROS Descuentos	TOTAL A CARGO	VALOR A PAGAR	
\$ 208.800	6,960%	\$ 120.000	\$ 90.000	\$ 60.000	\$ 249.900		\$ 29.988	\$ 125.100	\$ 249.900	\$ 654.888	\$ 0	\$ 4.748.688	\$ 2.760.000	
\$ 139.200	6,960%	\$ 80.000	\$ 60.000	\$ 40.000	\$ 166.600		\$ 19.992	\$ 83.400	\$ 166.600	\$ 436.592	\$ 0	\$ 3.165.792	\$ 1.840.000	
\$ 139.200	6,960%	\$ 80.000	\$ 60.000	\$ 40.000	\$ 166.600		\$ 19.992	\$ 83.400	\$ 166.600	\$ 436.592	\$ 0	\$ 3.165.792	\$ 1.840.000	
\$ 125.280	6,960%	\$ 72.000	\$ 54.000	\$ 36.000	\$ 158.808		\$ 19.057	\$ 75.060	\$ 158.808	\$ 411.732	\$ 0	\$ 2.974.466	\$ 1.762.454	
\$ 125.280	6,960%	\$ 72.000	\$ 54.000	\$ 36.000	\$ 158.808		\$ 19.057	\$ 75.060	\$ 158.808	\$ 411.732	\$ 0	\$ 2.974.466	\$ 1.762.454	
\$ 125.280	6,960%	\$ 72.000	\$ 54.000	\$ 36.000	\$ 158.808		\$ 19.057	\$ 75.060	\$ 158.808	\$ 411.732	\$ 0	\$ 2.974.466	\$ 1.762.454	
\$ 125.280	6,960%	\$ 72.000	\$ 54.000	\$ 36.000	\$ 158.808		\$ 19.057	\$ 75.060	\$ 158.808	\$ 411.732	\$ 0	\$ 2.974.466	\$ 1.762.454	
<b>\$ 988.320</b>		<b>#####</b>	<b>\$ 426.000</b>	<b>\$ 284.000</b>	<b>\$ 1.218.330</b>		<b>\$ 146.200</b>	<b>\$ 592.140</b>	<b>\$ 1.218.330</b>	<b>\$ 3.175.001</b>	<b>\$ 0</b>	<b>\$ 22.978.137</b>	<b>\$ 13.489.816</b>	

Tabla 6. Nómina mensual de personal - equipo de mantenimiento

Fuente: Del autor

BALANCE ECONÓMICO DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS					
ITEM	MAQUINA	VALOR DE LA HORA	HORAS LABORADAS	VALOR DEL OPERADOR POR HORA	TOTAL
1	PLANTA 1	\$50.000	8	\$8.500	\$468.000
2	PLANTA 2	\$50.000	8	\$8.500	\$468.000
3	MINICARGADOR 1	\$19.000	8	\$7.500	\$212.000
4	MINICARGADOR 2	\$19.000	8	\$7.500	\$212.000
5	BOMBA 1	\$42.000	8	\$7.500	\$396.000
6	BOMBA 2	\$42.000	8	\$7.500	\$396.000
TOTAL TRABAJO DIARIO (INGRESO POR MAQUINAS)					\$2.152.000
TOTAL TRABAJO MENSUAL (INGRESO POR MAQUINAS)					\$64.560.000
EGRESO-COSTO POR MANTENIMIENTOS MENSUAL					\$5.193.500
EGRESO-COSTO POR NOMINA MENSUAL					\$22.978.137
UTILIDAD ESPERADA MENSUAL					\$36.388.363

Tabla 7 Balance económico del funcionamiento de los equipos

Fuente: Del autor

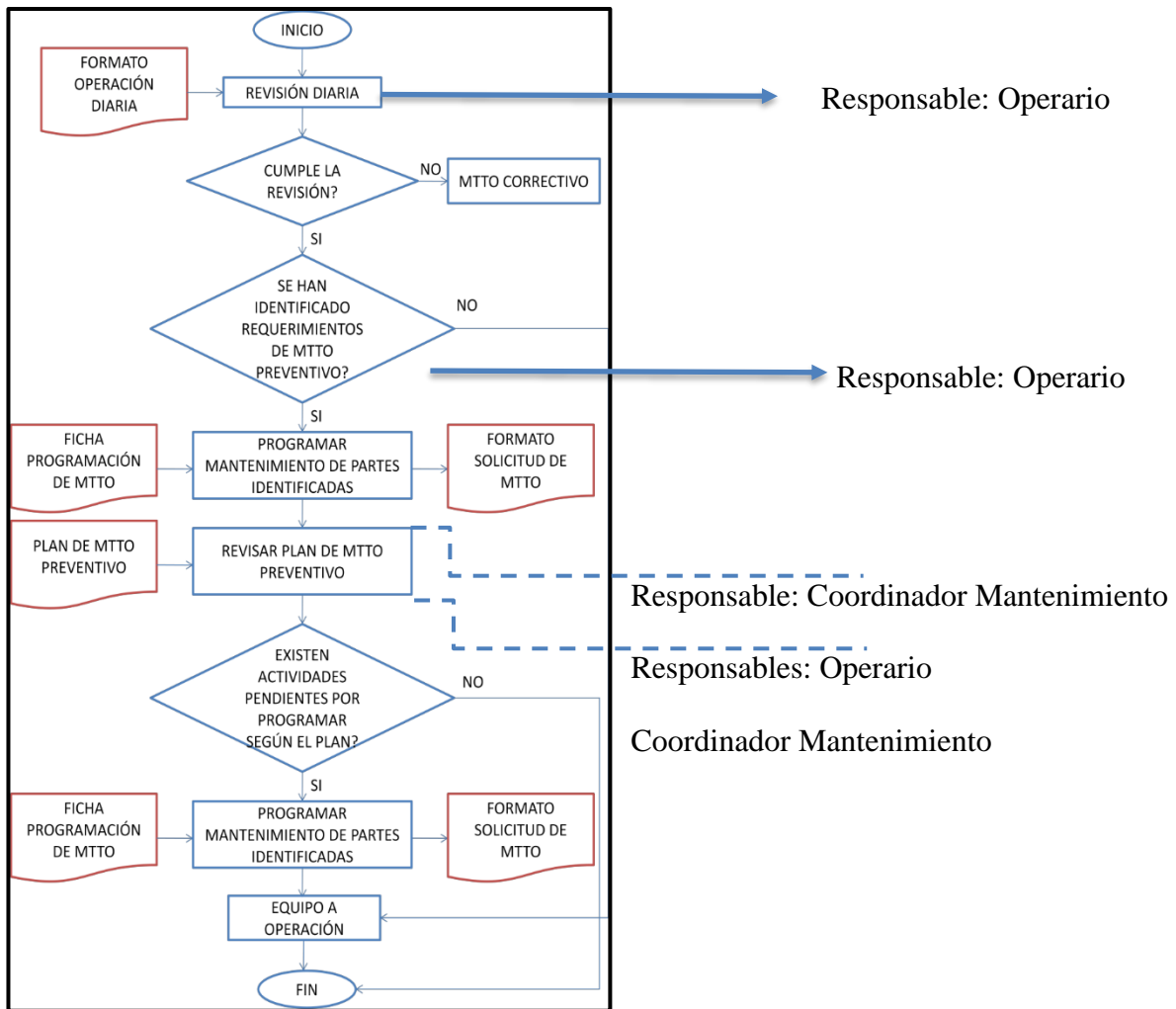
Para realizar el análisis económico de la estrategia seleccionada, se puede validar el resumen que se presenta en la tabla 7 del balance económico, se observa que, para el adecuado funcionamiento de los equipos, la inversión mensual es de aproximadamente \$28.171.637 que



corresponde al mantenimiento de las máquinas y a la nómina del coordinador de equipos y los seis operarios, con ingresos mensuales esperados de \$64.560.000=; una utilidad de \$36.388.363 mensuales. Esta utilidad se podría generar siempre y cuando todas las condiciones de funcionamiento de los equipos se cumplan, como la cantidad de horas trabajadas.

Para dar inicio a una gestión de mantenimiento a la medida de las necesidades actuales de la compañía y tener un proceso coherente del avance en esta gestión se dio inicio con la recopilación de la información técnica existente y todo lo que se requiera para documentar esta tarea; como son: hojas de vida de los equipos, manual de procedimientos de operación, inspección, órdenes de trabajo, listas de chequeo entre otros, la primera tarea fue la consecución del manual de partes y reparación de las maquinas; información técnica entregada por los proveedores.

En la ilustración 9 se presenta el proceso propuesto para el desarrollo del programa de mantenimiento preventivo, en el mapa del proceso presentado en esta ilustración, las actividades de color azul y los formatos o fichas de apoyo en color rojo, con este proceso se espera controlar las variables del sistema eléctrico (voltaje, amperaje, nivel de líquidos, continuidad); del sistema hidráulico (presión, diámetros, nivel de líquidos); del sistema motriz (tensión, espesor, presión) y el sistema de cargue (espesor, tensión, ajuste), para que el plan de mantenimiento sea implementado efectivamente, se hace necesario trabajar con una serie de fichas o formatos en donde se registra la información que facilita el control de las actividades en los equipos, para obtener un historial u hoja de vida que aporte a los diagnósticos de falla o permita identificar los malos actores en los equipos.



**Ilustración 9.** Proceso de Mantenimiento preventivo  
**Fuente.** Cartagena, 2012. Bravo, H, & Castro, L y modificaciones Autor

En el desarrollo de esta estrategia se emplearon 3 tipos de formatos de mantenimiento, formato de operación diaria o preoperacional, formato de programación y solicitud de mantenimiento. A continuación, se explicará la función de cada uno.

En el formato de operación diaria, se registrarán diariamente los datos obtenidos de la inspección correspondiente a los componentes de la maquinaria, se realizará una evaluación de las condiciones mínimas requerida por el fabricante para la operación del equipo. En la parte superior del formato se ingresan nombres de quien realiza la revisión y la fecha de esta,

Posteriormente encontraremos todas las actividades de inspección pertinentes a cada máquina en donde el operador dependiendo del estado del componente registrará si está en buen o mal estado, simbolizados en el formato con la letra B y M respectivamente, si el operador encuentra una avería o falla inminente debe reportar en el espacio de observaciones la anomalía encontrada, se finaliza el formato firmando y entregado al coordinador de mantenimiento. Ver

Tabla 8.

<b>INSPECCIÓN DIARIA</b>															
Fecha Inspección:															
Nombre Operador															
Grúa:															
No.	COMPROBACIONES EN FRIO	LUN		MAR		MIER		JUEV		VIER		SAB		DOM	
		B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M	B	M
1	Estado de luces de trabajo delanteras														
2	Estado de luces de trabajo traseras														
3	Estado de la cubierta contra el sol														
4	Estado del cinturón de seguridad														
5	Extintor de 10 Lbs PQS.														
6	Estado del asiento del operador														
7	Estado del tablero de control														
8	Estado del exhosto ( tubo de escape humos)														
9	Alarma de reversa o emergencia y Pito														
10	Escaleras y apoyos de acceso														
11	Nivel de hidráulico														
12	Estado de mangueras del sistema Hidráulico														
13	Estado de mecanismo de giro														
14	Estado del balde														
15	Estado del mando de bloqueo de avance														
16	Avisos de preventivos en el equipo														
17	Nivel de combustible														
18	Nivel de refrigerante														
19	Drenar deposito filtro de combustible														
20	Rodillo de oruga														
21	Tensión de oruga														
22	Nivel de líquido del lavaparabrisas														
23	Comprobar / Engrasar eje de pluma/cazo/balancín														
24	Estado de las Correa														
25	Nivel de Aceite del Motor														
<b>OBSERVACIONES:</b>															
<b>PUNTO CRITICO QUE INHABILITA EL EQUIPO PARA OPERARLO:</b>															
Firma del Operador											Fecha				
Notificado Responsable del área:											Fecha				

**Tabla 8** Formato de inspección diaria  
**Fuente:** Cartagena, 2012. Bravo, H, & Castro, L

La programación de mantenimiento se realiza a través de un archivo Excel, proyectada a seis meses; esta debe contener el tipo de equipo, marca; serie, código interno asignado por la compañía, actividad a ejecutar; frecuencia, control de horómetros, cantidad de metros cúbicos producidos e indicar la periodicidad con que se debe realizar dicha actividad; seleccionado mes y semana del mes. Ver Tabla 9.

A través del Formato de solicitud de mantenimiento la persona encargada de la maquinaria (operarios), le informa al coordinador de mantenimiento que existe una falla, que necesita reparación y solicita autorización para realizar los trabajos requeridos o solicita que la intervención la realice un proveedor; esta decisión debe ser tomada por el líder del proceso. De igual manera, notifica la causa de la falla y la reparación necesaria, así como el sistema que afecta esta (mecánico, eléctrico, hidráulico), finalmente, el formato es firmado por la persona responsable del procedimiento o de recibir el trabajo por parte del proveedor y el coordinador de mantenimiento respectivamente. Ver tabla 10.



PROVEEDOR: GAG GROUP SAS		COTIZACION: DST-2021-03		ORDEN DE TRABAJO # 001	
LOGO		CONINTOP SAS NIT XXX		SOLICITUD DE MANTENIMIENTO	
				VERSIÓN	1
		FECHA:	01/10/2021	1	DE 1
Tipo de Mantenimiento	Correctivo	X	Preventivo	Fecha de Solicitud	23/05/2022
Equipo/Referencia/Modelo	PLANTA MEZCLADORA M40 (4 tolvas)		Ubicación	OBRA FUENTE VIDA TOCANCIPA	
Proveedor del servicio	Personal Interno		Nombre de quien ejecuta	XXX	
	Personal Externo	X		COTIZACION	DST-2021-03
Sistema Hidraulico	X	Sistema mecánico	X	Sistema eléctrico	X
Horómetro	M3	ACTIVIDADES COMPLETAS O PARCIALES SEGÚN OFERTA			COMPLETAS
1. Descripción de la Solicitud			2. Diagnostico		
1.CAMBIO KIT PORTAPALETAS X 7 UNIDADES, 2. 2 MANGAS DE DESCARGA SIN FIN Y TOLVIN A MEZCLADOR, 3. AJUSTE MEZCLADOR, 4. CAMBIO SENSOR COMPUERTA, 5. CAMBIO CODO BRAZO MEZCLADOR POR 2 UNIDADES, 6. CAMBIO ACEITE CAJAS REDUCTORAS, MANTENIMIENTO Y CAMBIO DE CAEITE UNIDAD DE MANTENIMIENTO AIRE, CAMBIO CILINDRO NEUMATICO COMPUERTA PULMON, MANTENIMIENTO GENERAL DE MOTORES, TABLERO DE FUERZA, CONTROL ELECTRICO, VERIFICACION DE BASCULAS, CAMBIO DE GUALDERAS.			MANTENIMIENTO GENERAL DE PLANTA TOCANCIPA, ELEMENTOS DE DESGASTE AVERIADOS, REEMPLAZO DE BRAZOS Y PALETAS EN MAL ESTADO. CAMBIO DE VALVULINA 250 PARA CAJAS REDUCTORAS.		
3. Trabajos a Realizar					
1.CAMBIO KIT PORTAPALETAS X 7 UNIDADES, 2. 2 MANGAS DE DESCARGA SIN FIN Y TOLVIN A MEZCLADOR, 3. AJUSTE MEZCLADOR, 4. CAMBIO SENSOR COMPUERTA, 5. CAMBIO CODO BRAZO MEZCLADOR POR 2 UNIDADES, 6. CAMBIO ACEITE CAJAS REDUCTORAS, MANTENIMIENTO Y CAMBIO DE CAEITE UNIDAD DE MANTENIMIENTO AIRE, CAMBIO CILINDRO NEUMATICO COMPUERTA PULMON, MANTENIMIENTO GENERAL DE MOTORES, TABLERO DE FUERZA, CONTROL ELECTRICO, VERIFICACION DE BASCULAS, CAMBIO DE GUALDERAS.					
4. Repuestos o materiales					
Descripción		Cantidad	Descripción		Cantidad
KIT PORTAPALETAS		7 UND	CAMBIO CODO BRAZO		2 UND
MANGAS DE DESCARGA CEMENTO		2 ML	VALVULINA CAJAS REDUCTORAS		2 UND
SENSOR COMPUERTA		1 UND	CAMBIO CILINDRO NEUMATICO		1 UND
5. Prueba					
Fecha de la prueba		Responsable de la prueba	MILTON LEON	Resultado de la prueba	Satisfactorio
5	10 2021				No Satisfactorio
6. Observaciones					
VALOR DE M.O.	\$100.000	VALOR REPUESTOS	\$150.000	VALOR TOTAL DEL MANTENIMIENTO	\$0
CANTIDAD H.H.	2	ACTIVIDADES POR GARANTIA SI/NO			NO
Elaborado por		XXX		Recibido a Satisfacción por	
		Coordinador Mantenimiento CONINTOP SAS			

**Tabla 10** Formato de solicitud de mantenimiento  
**Fuente:** Cartagena, 2012. Bravo, H, & Castro, L y modificaciones Autor

De acuerdo al proceso que se vaya a desarrollar durante las tareas de mantenimiento, aquellas tareas que si pueden realizar los operarios; es vital escoger el tipo de herramienta indicada, tanto para facilitar la labor como para asegurar un correcto y buen desarrollo de las acciones de mantenimiento, motivo por el cual cada una de las obras debe contar con, llave o correa de filtros, llave hexagonal milimétrica de diferentes medidas, llave boca fija de diferentes medidas, llave de cuadrante plano especial para tensión de cadenas, llave de copa para pernos, alineador de cadena según proveedor, Gato hidráulico de levante, pinzas de ojo, pinzas contrarias, pinzas externas, destornilladores de pala, estrella; barra metálica, maceta; la custodia y cuidado de esta herramienta está a cargo de los operarios de cada obra.

El líder de este proceso, el coordinador administrativo debe verificar el cumplimiento del programa elaborado con un informe mensual que brindara confianza y seguridad a la gerencia; algunos de los aspectos a controlar son: La disponibilidad de equipos, cumplimiento del plan preventivo; horas de paro promedio de producción y Costos en producción originados por mantenimiento, se recomienda implementar indicadores de gestión, así como también es importante organizar un plan de capacitación para los operarios de equipos con el objetivo de fortalecer y certificar los conocimientos que ya manejan.

así, que la mejor estrategia para que la falta de previsión y organización en el desarrollo de los mantenimientos a la maquinaria empleada en la producción de concreto, en las obras ubicadas en el municipio de Tocancipá y Mesitas es la gestión e implementación de un plan de mantenimiento preventivo; el cual tiene como objetivo principal eliminar los retrasos en la producción y sobre costos en el proceso de mantenimiento de los equipos.

## CONCLUSIONES

La estrategia que se elaboró para el desarrollo de la gestión de los recursos, en los procesos de mantenimiento para la producción de concreto en obra; correspondió a la creación e implementación del plan de mantenimiento para los equipos requeridos en dicha actividad, permitiendo establecer una mejora en los retrasos de producción y sobrecostos en el proyecto.

La implementación del plan de mantenimiento ha permitido a la compañía pasar de una gestión de mantenimiento correctivo a una gestión planeada y preventiva, que incentiva el control más real de cada una de las tareas involucradas en el proceso, generando un grado de consciencia y responsabilidad al momento de ejecutar las acciones requeridas.

Al indagar en diferentes espacios académicos como se elabora un plan de mantenimiento para maquinaria amarilla, permitió identificar actividades claves en donde CONINTOP SAS debe enfocarse para controlar sus costos y mantener un equilibrio presupuestal.

La estrategia empleada para gestionar el mantenimiento dejó a la compañía un diagnóstico inicial del estado actual de los equipos, esto como resultado de las visitas a campo y las entrevistas realizadas a los operarios; así mismo permitió gestionar e implementar el archivo general de equipos en donde reposan manuales de los equipos, de operación y record de los formatos implementados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Becerra,L.(2020,diciembre18).Obras, grandes protagonistas para acelerar la recuperación.*Portafolio*. <https://www.portafolio.co/economia/infraestructura/obras-grandes-protagonistas-para-acelerar-la-recuperacion-547667>
- Blasco, J. y Pérez, J. (2007). Metodologías de investigación en las ciencias de la actividad física y el deporte: ampliando horizontes. Madrid, España: Club Universitario.



Caterpillar. Colombia distribuidora autorizada. Gecolsa Sabaneta.

De los 10 proyectos más grandes de reactivación, tres están en obra (2021, julio 18). *Portafolio*. <https://www.portafolio.co/economia/infraestructura/de-los-10-proyectos-mas-grandes-de-reactivacion-tres-estan-en-obra-554159>

García-Segura, T.; Martí Albiñana, JV.; Yepes Piqueras, V. (2017). Valoración de las herramientas y metodologías activas en el Grado en Ingeniería de Obras Públicas

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6a. ed. --.). México D.F.: McGraw-Hill.

Kelly, A., & Harris, M. J. (2005). Gestión del mantenimiento industrial. Fundación Repsol YPF.

Knezevic, J. (1996). Mantenibilidad. Madrid: T.G Forma S.A.

Martínez Contratistas e Ingeniería S.A – Arequipa, 2018. Amambal, F, & Huatay, C. (2018).

Mora, A. -G. (2007b). Mantenimiento Estratégico Empresarial (Primera ed.). Medellín, Antioquia, Colombia: Fondo Editorial FONEFIT.

Mora, Luis. (2007). Implementación de mantenimiento preventivo en la industria. Medellín: ISDL.

Navarro, L. (1997), Gestión Integral de Mantenimiento. España: Productica.p.p 5-17

Patton, Joseph D. Jr. 1995. Preventive Maintenance –The International Society for Measurement and Control - Instrument Society of America. 1995. Vol. Second Edition. ISBN 1-55617-533-7.

Prestan Serrano Carlos Javier. (2018, febrero 28). Análisis del Sector de la Construcción en Colombia. Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/analisis-del-sector-la-construccion-colombia/>

Ramírez, & Herrera, M. (2021). Propuesta de un Programa de Mantenimiento para los Activos de una Compañía del Sector de Obra Civil en la división de Alquiler de Equipos. “Caso de Estudio Retrocargador de oruga Hitachi 200” (tesis de posgrado). Universidad ECCO, Bogotá, Colombia.

Rey Sacristán F. 2001. Manual del mantenimiento integral en la empresa. Fundación Confemetal, España. 465 p.

Ruggirello, Hernán. (2011). El Sector de la Construcción en perspectiva: internacionalización e impacto en el mercado de trabajo / Hernán Ruggirello; con colaboración de Gonzalo Pérez; dirigido por Gustavo Gándara. - 1a ed. - Buenos Aires: Aulas y Andamios.

Santiago García. (2003). Organización y gestión integral de mantenimiento: manual práctico para la implantación de sistemas de gestión avanzados de mantenimiento industrial.