



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TESIS**

**GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA  
INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS  
MÁQUINAS DE UNA EMPRESA  
CONSTRUCTORA, CHICLAYO-2020**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**Autor(es):**

**Bach. Cardozo Bocanegra, Gloria Nicolle  
(Orcid: 0000-0002-4286-8516)**

**Bach. Cornejo Diaz, Americo Gianpiere  
(Orcid:0000-0002-2531-6138)**

**Asesor:**

**Mg. Carrascal Sánchez, Jenner  
(Orcid: 0000-0001-6882-8339)**

**Línea de Investigación:**

**Infraestructura, Tecnología y Medio ambiente  
Pimentel-Perú**

**2021**

**TESIS**  
**GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA**  
**INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS**  
**MÁQUINAS DE UNA EMPRESA CONSTRUCTORA,**  
**CHICLAYO-2020**

**Aprobación del Jurado**

---

Mg. Carrascal Sánchez, Jenner  
**ASESOR**

---

Mg. Carrascal Sánchez, Jenner  
**PRESIDENTE DEL JURADO**

---

Mg. Larrea Colchado, Luis Roberto  
**SECRETARIO DEL JURADO**

---

Ing. Simpalo Lopez, Walter Bernardo  
**VOCAL DEL JURADO**

## **DEDICATORIA**

### **A Dios**

*Por habernos dado fuerza y valor en los momentos más complicados en esta etapa universitaria, siempre guiarnos en el camino del bien de mi vida, por mantenernos con salud y llenarnos de bendiciones a través de dos ángeles que hoy ya no están con nosotros, pero nos iluminan siempre.*

### **A nuestros padres:**

*Por brindarnos todo su apoyo en todo momento a lo largo de este proceso de nuestra formación académica como futuros ingenieros industriales, por motivarnos a no solo ser profesionales, sino también personas de bien que contribuyamos a la mejora de la sociedad, por los todos los valores que nos inculcaron y ser lo que somos hoy gracias a ellos.*

Cardozo Bocanegra, Gloria Nicolle

Cornejo Diaz, Americo Gianpiere

## **AGRADECIMIENTO**

### **A Dios**

*Por haber sido la base de nuestra moral y gozar de buena salud y fuerzas para poder desarrollarnos con éxito durante nuestra formación académica permitiéndonos llegar a la última etapa de nuestra carrera profesional.*

### **A Nuestros Padres**

*Por ser nuestro apoyo incondicional, por el amor y paciencia que tuvieron a lo largo de este proceso y enseñarnos que las cosas se consiguen con dedicación y esfuerzo para llegar a ser personas exitosas.*

### **A Nuestra alma mater**

*A la Universidad Señor de Sipán / FIAU Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, por habernos permitido adquirir los conocimientos de manera eficiente gracias a la calidad de enseñanza e infraestructura que poseen.*

Cardozo Bocanegra, Gloria Nicolle

Cornejo Diaz, Americo Gianpiere

# GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS MÁQUINAS DE UNA EMPRESA CONSTRUCTORA, CHICLAYO-2020

## MAINTENANCE MANAGEMENT TO INCREASE THE AVAILABILITY OF THE MACHINES OF A CONSTRUCTION COMPANY, CHICLAYO-2020

Cardozo Bocanegra Gloria Nicolle<sup>1</sup>

Cornejo Diaz Americo Gianpiere<sup>2</sup>

### *Resumen*

La presente investigación tuvo como principal objetivo elaborar un plan de Gestión de Mantenimiento para incrementar la disponibilidad actual de las maquinas. El tipo de investigación que se adaptó según la realidad fue descriptivo y de diseño no experimental. La población fueron los 20 trabajadores de la empresa y la muestra no probabilística fueron 8 trabajadores del área de mantenimiento y operaciones. Se realizó el análisis mediante herramientas como FODA, análisis de causa y efecto, así como se aplicaron instrumentos como guía de entrevista y cuestionario en este último se obtuvo un alfa de Cronbach de 0.738 el cual indica que es aceptable.

Se llegó a la conclusión que lo que está afectando a la disponibilidad actual de las maquinas es la deficiente gestión actual de mantenimiento la falta de procedimiento establecidos de un personal a cargo para planificar dicha gestión y la implementación y uso de indicadores de control, así como de formatos. Se determinó que la maquina más crítica es el cargador frontal teniendo una disponibilidad actual más baja de 93.69 %; en tiempo medio entre falla en promedio de todas las maquinas es de 408.73 horas, el tiempo medio para restaurar es de 6.75 horas y la disponibilidad promedio de todas las maquinas es de 97.38 % lo que demuestra que estamos muy por debajo del estándar deseado del 98 %. En cuanto al beneficio costo que se obtuvo fue de 1.77 lo cual indica que por cada sol invertido la empresa se estaría beneficiando en 0.77 soles.

**Palabras claves:** Gestión de mantenimiento y disponibilidad.

---

<sup>1</sup> Adscrita a la Escuela Académica de Ingeniería Industrial Pregrado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú: email: ([cbocanegraglori@crece.uss.edu.pe](mailto:cbocanegraglori@crece.uss.edu.pe)) Código ORCID: (<https://orcid.org/0000-0002-4286-8516>)

<sup>2</sup> Adscrito a la Escuela Académica de Ingeniería Industrial Pregrado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú: email: ([cdiazamericogia@crece.uss.edu.pe](mailto:cdiazamericogia@crece.uss.edu.pe)) Código ORCID: (<https://orcid.org/0000-0002-2531-6138>)

## ***Abstract***

The main objective of this research was to develop a Maintenance Management plan to increase the current availability of the machines. The type of research that was adapted according to reality was descriptive and of a non-experimental design. The population was the 20 workers of the company and the non-probabilistic sample was 8 workers from the maintenance and operations area. The analysis was carried out using tools such as SWOT, cause and effect analysis, as well as instruments such as interview guide and questionnaire were applied in the latter, a Cronbach's alpha of 0.738 was obtained, which indicates that it is acceptable.

It was concluded that what is affecting the current availability of the machines is the current deficient maintenance management, the lack of established procedures of personnel in charge to plan said management and the implementation and use of control indicators, as well as of formats. It was determined that the most critical machine is the front loader, having a lower current availability of 93.69%; The mean time between failure on average of all machines is 408.73 hours, the mean time to restore is 6.75 hours and the average availability of all machines is 97.38% which shows that we are well below the desired standard of 98 %. As for the cost benefit that was obtained, it was 1.77, which indicates that for every sol invested the company would be benefiting 0.77 soles.

**Keywords:** Maintenance and availability management.

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>v</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>vi</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
1.1. Realidad Problemática .....	12
1.2. Trabajos Previos .....	16
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	20
1.4. Formulación del Problema .....	23
<b>1.5. Justificación e importancia del estudio .....</b>	<b>23</b>
<b>1.6. Hipótesis .....</b>	<b>24</b>
1.6.1. Hipótesis general: .....	24
1.6.2. Hipótesis específicas: .....	24
<b>1.7. Objetivos .....</b>	<b>25</b>
<b>1.7.1. Objetivo General .....</b>	<b>25</b>
<b>1.7.2. Objetivos Específicos: .....</b>	<b>25</b>
<b>CAPÍTULO II: MATERIAL Y MÉTODO .....</b>	<b>26</b>
2.1. Tipo y Diseño de Investigación .....	27
2.2. Variables y Operacionalización.....	28
2.3. Población y Muestra .....	30
2.4. Técnicas, instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	30
2.5. Procedimientos de análisis de datos .....	32
2.6. Criterios éticos .....	32
2.7. Criterios de rigor científico .....	33
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS .....</b>	<b>34</b>

3.1. Diagnóstico de la empresa .....	35
3.1.1. Información general.....	35
3.1.2. Descripción del proceso productivo o de servicio.....	37
3.1.3. Análisis de la problemática.....	41
3.1.4. Situación actual de la variable dependiente .....	51
3.2. Discusión de resultados.....	63
3.3. Propuesta de investigación.....	64
3.3.1. Fundamentación.....	64
3.3.2. Objetivos de la propuesta.....	65
3.3.3. Desarrollo de la propuesta .....	65
3.3.4. Situación de la variable dependiente con la propuesta .....	74
3.3.5. Análisis beneficio/costo de la propuesta .....	80
<b>CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>82</b>
4.1.- Conclusiones .....	83
4.2.- Recomendaciones .....	84
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>85</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>88</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de la variable dependiente .....	28
Tabla 2: Operacionalización de la variable independiente. ....	29
Tabla 3: FODA de la empresa.....	36
Tabla 4: Lista de maquinaria pesada .....	51
Tabla 5: Número de fallas por tipo de máquina de julio a diciembre del 2019 .	52
Tabla 6: Tiempo en horas para la reparación o para la restauración de las maquinas (TTR) año 2019.....	53
Tabla 7: Tiempo total programado para producir en horas .....	54
Tabla 8: Tiempo total de operación por máquina (TTO).....	56
Tabla 9: Tiempo medio para restaurar por maquina en horas (MTTR) .....	57
Tabla 10: Tiempo medio entre falla en horas (MTBF) .....	58
Tabla 11: Indicador de confiabilidad.....	59
Tabla 12: Mantenibilidad de las máquinas .....	60
Tabla 13: Disponibilidad de las máquinas .....	61
Tabla 14: Selección de máquinas críticas .....	62
Tabla 15: Número de fallas por maquinas proyectadas para el año 2020 .....	75
Tabla 16: Tiempo en horas para la reparación o para la restauración de las maquinas (TTR) año 2020.....	75
Tabla 17: Tiempo total programado para producir en horas .....	76
Tabla 18: Tiempo total de operación por máquina (TTO).....	76
Tabla 19: Tiempo medio para restaurar por maquina en horas (MTTR) .....	77
Tabla 20: Tiempo medio entre falla en horas (MTBF) .....	77
Tabla 21: Indicador de confiabilidad.....	78
Tabla 22: Mantenibilidad de las máquinas .....	78
Tabla 23: Disponibilidad de las maquinas .....	79
Tabla 24: Costos generados por la deficiente gestión de mantenimiento .....	80
Tabla 25: Costos estimados para la implementación de la Gestión de Mantenimiento.....	81

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Encuesta aplicada a las micro y pequeñas empresas.....	15
Figura 2: Organigrama de la empresa.....	36
Figura 3: Proceso de abastecimiento .....	38
Figura 4: Proceso de despacho.....	39
Figura 5: Proceso de ejecución .....	40
Figura 6: Fallas constantes de las máquinas y equipos .....	43
Figura 7: Fallas constantes de las máquinas son porque no hay un plan de mantenimiento.....	44
Figura 8: Falta de orden y limpieza afecta al mantenimiento de las máquinas y equipos.....	44
Figura 9: Falta de importancia al mantenimiento de máquinas y equipos.....	45
Figura 10: Repuestos utilizados en los mantenimientos no siempre están disponibles y se demoran en la compra. ....	46
Figura 11: En la empresa se cumple "que se malogre para recién repare" .....	46
Figura 12: La capacitación a todo el personal mejorará el estado del mantenimiento en la empresa .....	47
Figura 13: Peligro en la integridad física de los trabajadores por el estado actual de las máquinas y equipos. ....	48
Figura 14: Repuestos utilizados no son de buena calidad y rápido se malogran .....	48
Figura 15: Disponibilidad actual de las máquinas y equipos. ....	49
Figura 16: Diagrama de Ishikawa.....	50
Figura 17: Ciclo PVHA .....	69
Figura 18: Organigrama propuesto .....	70

# **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

## 1.1. Realidad Problemática

Cuando los recursos de las empresas se deterioran, se ve afectado el proceso de producción, se generan tiempos improductivos tanto de máquinas (indisponibilidad) como de los trabajadores, un incremento de los desperdicios, costos de reparaciones e incumplimientos de los plazos de entrega de producción, que es uno de los grandes problemas de las empresas. El incremento de la competitividad en el mercado y la gran demanda de calidad de los productos, han puesto como requisito a la confiabilidad, es decir la confianza de que una máquina o equipo desempeñe su función básica en el periodo de tiempo que se tenga establecido para cumplir con los pedidos. Tanto la confiabilidad como la disponibilidad son temas que se encuentran dentro de la gestión de mantenimiento, tienen una relación obvia, y es primordial tener un modelo de calidad que se asegure de que esta gestión sea llevada a cabo de acuerdo a los estándares necesarios para sacar adelante el proceso productivo. (Reliability Web, 2019)

Las industrias tienen diferentes tipos de máquinas y equipos de acuerdo con su proceso productivo. Estas máquinas cuando ya tienen un determinado tiempo de uso, empiezan a dar signos de advertencia de que algo está marchando mal; esto es bueno, pero solo si se detecta a tiempo. Es por ello, que una adecuada gestión del mantenimiento es primordial para una industria, ya que cuando la maquinaria falla, ocasiona grandes costos como, costos de repuestos, de mano de obra y tiempos muertos de producción. Tanto máquinas como equipos fallan por diversas razones y depende de la efectividad de la gestión del mantenimiento que la maquinaria cuente con disponibilidad al momento de producir. (Dynamox, 2019)

Seguas (2020) nos indica que el mantenimiento industrial es pieza clave para las empresas, sea cual sea su rubro, pues afecta directamente en la productividad. Y es que el mantenimiento es un conjunto de actividades primordiales para asegurar el funcionamiento y disponibilidad no solo de las máquinas y equipos sino también de las instalaciones en general. Hoy en día, aún muchas empresas, consideran que el mantenimiento industrial es un área

secundaria y, por ende, poco importante, que carece de mayor valor y no le dan ni el tiempo ni los recursos para desarrollarse, sin tomar en cuenta que los problemas y la indisponibilidad de las máquinas y equipos pueden hacer que el ciclo productivo falle y afecte a la productividad y por consecuencia, a la rentabilidad.

La Gestión del Mantenimiento es un pilar esencial en cuanto a estrategia corporativa se refiere, pero no siempre se le dio la debida importancia. Este concepto ha evolucionado mucho a lo largo de los años, así como la importancia que le han dado en las empresas, esto pasó a medida que se fue descubriendo el impacto que tiene el mantenimiento en el resultado final. Incluso, se ha llegado a desarrollar softwares que permiten tener un mejor control del mantenimiento para asegurar la disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria "(...) algunas industrias (por ejemplo, la minera y la manufacturera) son particularmente sensibles al tiempo de inactividad del equipo y cualquier falla puede provocar pérdidas considerables" (Gestión Estratégica y Operativa: GERENS, 2018). La gestión de mantenimiento es una herramienta muy compleja y se necesita apoyarse en softwares si se quiere tener un control óptimo y reducir al máximo la indisponibilidad de maquinaria y disminución de la productividad, más aún cuando son industrias muy susceptibles.

En la Revista de Ingeniería de Mantenimiento y Gestión de Activos y Productividad (2020) indica que, en la actualidad, las empresas deben estar enfocadas en incrementar su productividad y en que sus indicadores muestren el costo de un producto, la mejora del servicio al cliente y la calidad. Es desde este punto que parte la importancia del mantenimiento industrial, pues se tiene que garantizar la completa disponibilidad de las maquinas e instalaciones que forman parte del proceso productivo para elevar su productividad. Pero si la gestión de mantenimiento solo es superficial y no es puesto en manos de verdaderos especialistas que lleven un control adecuado, surgen los inconvenientes como fallos en las máquinas, producción de productos deficientes, accidentes laborales, entregas de producción atrasadas, y junto con ello, costos elevados de subsanación de los fallos y baja rentabilidad. Pues,

es el mantenimiento la única función que mejora los costos, los plazos de entregas y la calidad.

La ingeniería del mantenimiento tiene ahora un lugar muy importante en las empresas, permitiendo que se mantengan vigentes ante la globalización de los mercados. Un adecuado Plan de ingeniería de mantenimiento permite obtener buenas condiciones de operatividad de la maquinaria y ello logra aumentar la eficiencia empresarial a nivel internacional. Pero no todas las empresas consideran que la gestión del mantenimiento es de suma importancia.

Actualmente, aún existen ciertas empresas que señalan que la Ingeniería de Mantenimiento es algo secundario y prescindible, lo cierto es que no toman en cuenta el surgimiento de problemas y mal funcionamiento de los equipos. Esto origina que el ciclo de producción se detenga afectando la productividad y rentabilidad de la empresa. (IMG, 2020)

Cruzado (2014) cita un estudio realizado por INEI en el 2010 en la cual aplico una encuesta a las micro y pequeñas empresas donde claramente se evidencia que en cuanto a los sistemas de mantenimiento u operaciones informáticas de compra o de contabilidad solo el 14.8 % de las Mypes lo tiene implementado, esto demuestra la gran necesidad de implementar metodologías de mantenimiento que permitan mejorar la eficiencia de las empresas.

Sector económico y clase de organización jurídica	Servicios logísticos o métodos de entrega o distribución		Sistemas de mantenimiento u operaciones informáticas, de compra o de contabilidad		Métodos para el posicionamiento del producto en el mercado o canales de venta		Métodos para el establecimiento de los precios o servicios		Métodos en la gestión organizativa		Otro	
	Total											
	Implementado	Uso	Implementado	Uso	Implementado	Uso	Implementado	Uso	Implementado	Uso	Implementado	Uso
Total	100,0	16,2 100,0	14,8	91,1	22,2	96,7	14,9	99,3	25,9	92,5	6,0	100,0
Manufactura	100,0	17,9 100,0	17,9	100,0	17,9	100,0	14,4	100,0	21,6	94,1	7,4	100,0
Natural	100,0	9,7 100,0	0,0	0,0	23,7	100,0	8,3	100,0	30,8	100,0	27,5	100,0
Jurídica	100,0	19,1 100,0	16,8	100,0	24,0	93,9	15,4	100,0	20,3	92,8	4,4	100,0
Servicios	100,0	14,0 100,0	14,9	79,3	19,9	100,0	15,4	98,4	31,7	91,0	4,1	100,0
Natural	100,0	15,3 100,0	19,8	43,2	20,1	100,0	10,7	100,0	34,1	67,1	0,0	0,0
Jurídica	100,0	13,5 100,0	13,3	97,6	19,8	100,0	17,0	98,1	30,9	100,0	5,5	100,0

Figura 1: Encuesta aplicada a las micro y pequeñas empresas

Fuente: INEI citado en Cruzado (2014)

A nivel local en la ciudad de Lambayeque existen muchas empresas dedicadas al rubro de la construcción; sin embargo, en muchas de las empresas impera la informalidad e incumplimiento en cuanto a los avances de obras lo que genera, principalmente, pérdidas económicas para las empresas e incomodidad para la sociedad si la infraestructura a desarrollar fuera por ejemplo una carretera, puentes, pistas o veredas entre otras obras comunes.

La empresa constructora en estudio opera más de 5 años en el sector construcción y entre sus principales obras, tenemos la construcción de multifamiliares, saneamiento y mantenimiento de carreteras entre otras obras, cuenta con equipos propios de la construcción como volquetes, retroexcavadoras, compresoras de aire, rodillos, equipos de soldar entre otras máquinas, así como también alquila maquinaria si fuera necesario para el cumplimiento de sus obras. La empresa constructora en los últimos tiempos ha demostrado permanencia y cierto liderazgo en su sector económico sin embargo es evidente que existe una serie de problemas relacionados con la

operatividad de la empresa y con el avance de las obras lo que está generando aumento en los costos y reclamo por parte de sus clientes; esto debido básicamente porque en la mayoría de los casos es por la falta de algún recurso o por las constantes fallas que las máquinas están presentando con mucha frecuencia perjudicando el cumplimiento de los plazos establecidos, es por esta razón que se ha creído conveniente realizar la presente investigación que permita mejorar la gestión operativa de la empresa en cuanto a la gestión de mantenimiento que permita incrementar la disponibilidad de las máquinas y equipos, reducir costos innecesarios y cumplir con los plazos establecidos.

## **1.2. Trabajos Previos**

Villacrés (2016) en su investigación se planteó como objetivo general de esta investigación fue desarrollar un plan de mantenimiento basado en la metodología RCM para los equipos y máquinas críticas de un vehículo de la flota de Hidrocleaners de la empresa Etapa EP, se aplicaron técnicas de recolección de datos como las entrevistas al personal tanto técnico como administrativo y a especialistas del área de mantenimiento; además, se realizó un análisis cualitativo de los datos obtenidos mediante el software SisMAC para la gestión del mantenimiento, con la finalidad de determinar la tasa de fallas de los equipos. Al finalizar la investigación, el autor concluye que, el plan de mantenimiento con la metodología RCM produjo altos beneficios, cumpliéndose con los objetivos trazados; pues, las fallas se redujeron en un 45%, las horas de paradas, en un 58% y los costos por mantenimiento y alquiler de camiones sustitutos durante las horas de paradas, en un 80%.

Aguilera y Segura (2017) en su tesis cuyo objetivo general era incrementar la disponibilidad de las máquinas del área de sellado a través de la disminución de paros de estas, mediante la aplicación de la metodología DMAIC. en esta investigación, se utilizaron como técnicas de recolección de datos a la observación y entrevistas. Se utilizaron herramientas exploratorias para la medición y análisis de los datos, además de un muestreo de datos llamado GTT, para encontrar las causas potenciales de los paros de máquinas que



afectan directamente en la disponibilidad. El autor concluyó que, gracias a la aplicación de Six sigma como metodología de mejora continua, con la unión de técnicas como las 5S, diagramas causa efecto, plan de mantenimiento preventivo, se logró aumentar la disponibilidad de las maquinas selladoras en 13%. las cuales, antes de la aplicación de Six Sigma, eran las que más afectaban a la productividad; además se logró reducir costos por lo que las ganancias netas aumentaron en \$ 8.231,64 en el primer mes.

Bucay y Carrillo (2018) desarrollaron un trabajo de investigación y se trazó como objetivo optimizar la gestión del mantenimiento basado en la disponibilidad operacional de los equipos de la empresa de pintura CIAUTO de la ciudad de Ambato, para incrementar su productividad. Como técnica de recolección de datos, se realizaron la revisión de documentos, las entrevistas y en su mayoría la observación, puesto que no tenían datos y parámetros muy definidos para los cálculos necesarios. De la investigación realizada, el autor concluyó que, al analizar los niveles de eficiencia anteriores, con los obtenidos después de la aplicación de un sistema de gestión de mantenimiento basado en la disponibilidad operacional de los equipos, estos incrementaron del 54,4% a 86,88%. Los indicadores de disponibilidad mejoraron a tal punto que se podía determinar con exactitud la situación de cada equipo, su nivel de criticidad y la exactitud del cálculo de disponibilidad tanto por cada máquina como de las etapas del proceso.

Ticlavilca (2016) en su investigación en la cual tuvo como objetivo diseñar un plan de mantenimiento preventivo para poder mejorar la disponibilidad en el equipo Alpha 20 de la empresa Robocon Servicios SAC. Los instrumentos de recolección de datos que se utilizaron son el check list, los formatos de observación, historial de mantenimiento y cámaras fotográficas y filmadoras para tener registro de imágenes para una investigación más profunda. Al finalizar la investigación, el autor concluye que, un plan de mantenimiento preventivo aplicado a la empresa Robocon puede aumentar la disponibilidad de los equipos hasta 23,5%, pasando de un 70% a un 93,5%, además que se hizo

posible la organización de herramientas y repuestos de recambio para los mantenimientos programados.

Ramos (2017) en su investigación el objetivo general era implementar un plan de mantenimiento preventivo para poder aumentar la disponibilidad de las máquinas de la empresa Atlanta Metal Drill SAC. Para realizar la recolección de los datos necesarios para determinar los factores críticos que afectan la disponibilidad, se hizo uso de las técnicas de observación directa y entrevistas al personal involucrado. El autor llegó a la conclusión que, con el plan de mantenimiento preventivo, la disponibilidad se incrementó en un promedio de 10%, pasando en el torno paralelo de 83,33% a 93,84%, la fresadora de 84,72% a 94,79% y la mandrinadora de 86,97% a 96,96%, los costos por mantenimiento disminuyeron de S/ 99.471 a S/ 39.659, el cual es un porcentaje del 61.14% de los costos iniciales.

Mayorca (2019) en su investigación el cual tuvo como objetivo general proponer un sistema de mantenimiento basado en el RCM en una empresa que brinda servicios de alquiler de maquinaria pesada para el sector minero. Se utilizaron hojas de verificación para recolectar los datos de horas de operación de cada máquina y horas de paradas para poder obtener los porcentajes de disponibilidad de cada una de ellas. Mediante uso de simuladores, el autor pudo concluir que, el programa RCM permitió el control de las máquinas y equipos y tan solo en 7 meses se puede alcanzar un porcentaje de disponibilidad mayor al 90%, pues los tiempos promedio entre fallos y reparaciones y paradas no programadas disminuyeron en gran proporción. Además, considerando el impacto que tiene el aumento de la disponibilidad de la maquinaria en los ingresos y ahorros en costos de operación, se pudo determinar que el proyecto de implementación del RCM tiene un VAN de S/ 175.420 con una tasa de interés del 15%, y una tasa interna de retorno de 44,23%.

Pacheco (2018) en su investigación el objetivo general fue proponer la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en RCM para que se puedan reducir las fallas de la maquinaria de la empresa

Hydro Pátapo SAC. Se utilizó la observación, entrevistas y análisis de la base de datos de las fallas, y con ello se determinaron los puntos críticos de las fallas que no permitían una completa disponibilidad de las máquinas. El autor concluyó que, con la gestión de mantenimiento preventivo basado en RCM, se reducirán las fallas de las máquinas, y con ello se reducirán los costos por mantenimiento correctivo e inoperatividad del personal, generándose una reducción de costos de mantenimiento de hasta 62,27%, y esta propuesta tendría un costo beneficio de \$ 1,52 por cada dólar invertido; en cuanto al tiempo de reparaciones y mantenimiento, pasó de ser un total de 617 horas, a solo 127.

Alban (2017) en su tesis cuyo objetivo general fue implementar un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para garantizar la disponibilidad y confiabilidad operacional de las máquinas de una empresa de construcción, y de esta manera, poder cumplir con eficiencia y seguridad la política de calidad establecida. Se obtuvo la información con un análisis de la base de datos, y, mediante fichas de observación, para completar información que no se encontraban en la base de datos por falta de actividades de inspección y de control. El autor concluyó que, mediante la elaboración e implementación de los programas de mantenimiento centrado en la confiabilidad de las máquinas del proceso productivo, se logró el objetivo de aumentar la productividad; pues, estas normas y procedimientos permitieron que se reduzcan los tiempos de paradas de las máquinas en un 97.73%, los costos de mantenimiento en un 75.14% y la frecuencia de fallas en 81.43%; y como resultado final, la productividad aumentó en casi un 50% con respecto a los años anteriores.

Guevara (2019) en su investigación tiene como objetivo general proponer una gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad para una empresa dedicada al rubro del reciclaje, para disminuir averías y fallas, aumentando la disponibilidad de equipos, el porcentaje de operatividad de las máquinas, reducción de costos por paradas y, por ende, el incremento de las utilidades. Al final de la investigación, el autor concluye que, con la metodología de gestión

de mantenimiento centrado en la confiabilidad, se lograron mejorar los indicadores de mantenimiento de máquinas y equipos críticos, obteniendo así el incremento de la confiabilidad en 97.29%, reduciendo la mantenibilidad en 90.56% e incrementando la disponibilidad en 3.83%; además, los costos por paradas que se producían, se redujeron a 0. Esta metodología de mantenimiento, también logró reducir la pérdida de oportunidad por actividades de mantenimiento en un 98.84%.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

El mantenimiento para la Revista Scientia et Technica (como fue citada en Tunaroza et al., 2015), lo define como todas aquellas actividades que permiten mantener en correcto funcionamiento todos los equipos y maquinas, así como las instalaciones que forman parte de un sistema de producción logrando niveles altos de productividad. (p.3).

Asimismo, Covenin 2049-93 (como fue citado en Tunaroza et al., 2015), coincide con lo mencionado respecto al mantenimiento, definiéndolo como las actividades que para el restablecimiento y conservación de una línea de producción para lograr su fin para el cual fue diseñado. (p.3).

Los tipos de mantenimiento para García (2003), según la naturaleza de la tarea a realizar, el mantenimiento se puede dividir en 5 tipos: mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo, cero horas y en uso. A continuación, se muestra la definición de cada uno de ellos:

Mantenimiento correctivo, es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.

Mantenimiento preventivo, son todas las actividades que se realizan antes de que ocurra la falla, son actividades planificadas destinadas a mantener el correcto funcionamiento de las máquinas y/o equipos.

Mantenimiento predictivo, mantenimiento que se realiza mediante técnicas avanzadas de monitoreo y detección de fallas, este tipo de mantenimiento se basa en la utilización de instrumentos de medición para detectar las fallas antes de que ocurran.

Mantenimiento en uso, también se conoce como mantenimiento básico es muy empleado por muchas empresas se realizan actividades básicas como inspección, limpieza externa, lubricación, registro y anotación de datos, se podría decir que el mantenimiento en uso es uno de los pilares de lo que se conoce como el TPM o mantenimiento productivo total. (Total Productive Maintenance, Mantenimiento Productivo Total). (p.17-18)

La Gestión de Mantenimiento para Lorick (como fue citado en Mora, 2009) define a la gestión de mantenimiento como las actividades planificación y organización del gerenciamiento del mantenimiento mediante el uso de sistemas y gestión operativa relacionadas al mantenimiento. (p.37).

Asimismo, Sourís (citado en Mora, 2009), menciona las funciones diversas de una gestión de mantenimiento las cuales están destinadas a asegurar la disponibilidad de todas las máquinas y equipos mediante correcciones propias de diseño o producto del desgaste o envejecimiento. (p.37)

Un Plan de Mantenimiento García (2003) define como actividades planificadas y documentadas que permiten asegurar la disponibilidad de las máquinas, dichas actividades o tareas forman parte de una programación las cuales son monitoreadas y ajustadas según la modificación o cambios que puedan sufrir durante la operatividad de la planta. (p. 37)

La disponibilidad para Riba (2002), expone claramente el concepto de disponibilidad, mencionando que este va más allá de la fiabilidad y mantenibilidad y recalando que: “la disponibilidad es la aptitud de un producto, máquina o sistema para cumplir su función, o estar en condiciones de hacerlo en un momento dado cualquiera” (p.199).

Para García (2003) Indices de disponibilidad , son lo siguiente:

Disponibilidad Total, es tal vez el indicador más importante en cuanto a la gestión de mantenimiento, mide la relación que existe entre la cantidad de horas que una máquina ha trabajado o ha estado disponible para trabajar entre el total de horas en un determinado periodo o turno de trabajo:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas parada por mantenimiento}}{\text{Horas totales}}$$

Disponibilidad por averías: Es el mismo índice anterior, pero teniendo en cuenta tan solo las paradas por averías, las intervenciones no programadas:

$$D. \text{ por averías} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas de parada por avería}}{\text{Horas totales}}$$

La disponibilidad por avería no tiene en cuenta, pues, las paradas programadas de los equipos. Igual que en el caso anterior, es conveniente calcular la media aritmética de la disponibilidad por avería para poder ofrecer un dato único. (p.257-259).

MTBF (MID Time Between Failure, Tiempo Medio Entre Fallos): Nos permite conocer la frecuencia con que suceden las averías:

$$MTBF = \frac{N^{\circ} \text{ de horas totales del periodo de tiempo analizado}}{N^{\circ} \text{ de averías}}$$

MTTR (MID Time To Repair, Tiempo Medio de Reparación): Nos permite conocer la importancia de las averías que se producen en un equipo considerando el tiempo medio hasta su solución:

$$MTTR = \frac{N^{\circ} \text{ de horas de paros por averías}}{N^{\circ} \text{ de averías}}$$

Por simple cálculo matemático es sencillo deducir que:

$$\text{Disponibilidad por avería} = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF}$$

#### 1.4. Formulación del Problema

**Problema general:**

¿Cómo la Gestión de Mantenimiento permitirá incrementar la Disponibilidad de las Máquinas de una Empresa Constructora en la ciudad de Chiclayo?

**Problemas específicos:**

- a) ¿Cómo es la actual gestión de mantenimiento de la empresa constructora?
- b) ¿Cuál es la disponibilidad actual de las máquinas de la empresa constructora?
- c) ¿Cuáles son los factores más comunes que afectan a la disponibilidad de las máquinas de la empresa constructora?

#### 1.5. Justificación e importancia del estudio

La presente investigación se justifica económicamente porque permitirá reducir costos innecesarios que se presentan en la operatividad de la empresa como son pago de penalidades por la demora en las entregas de obras,

incremento en el costo de mano de obra por presencia de horas muertas producto de las maquinas paradas por fallas, cambio de repuestos constantes por la falta de un mantenimiento adecuado, entre otros. Así mismo también se justifica socialmente porque la presencia de empresas rentables y competitivas contribuye con el pago de impuestos al país lo que se verá reflejado en la sociedad en general por último también se justifica metodológicamente porque se estará empleando técnicas y métodos que va a contribuir con el desarrollo del conocimiento por parte de los investigadores y de futuros investigadores como un material de consulta.

La investigación es de suma importancia por la contribución que realizar no solo a la empresa sino también a los trabajadores, a la sociedad y a futuros investigadores en investigaciones similares.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis general:**

De implementarse la Gestión de Mantenimiento en la Empresa Constructora, esto permitirá incrementar la disponibilidad de las máquinas, mejorar el servicio y cumplir con los tiempos establecidos.

### **1.6.2. Hipótesis específicas:**

- a) La actual gestión de mantenimiento en la empresa constructores es deficiente.
- b) La disponibilidad actual de las máquinas está por debajo del 85%.
- c) Las fallas de máquinas, la falta de repuestos, así como la carencia de procedimientos definidos afecta a la disponibilidad de las máquinas.



## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo General**

Elaborar una propuesta de Gestión de Mantenimiento que permita incrementar la Disponibilidad de las Máquinas de una Empresa Constructora en la ciudad de Chiclayo.

### **1.7.2. Objetivos Específicos:**

- a) Analizar la situación actual de la empresa en cuanto a la gestión de mantenimiento e identificar las causas que estarían afectando a la disponibilidad de las máquinas.
- a. Determinar el tiempo medio entre fallas, tiempo medio para restaurar y la disponibilidad actual de las maquinas más críticas.
- b) Establecer las estrategias necesarias que permita incrementar la disponibilidad actual de las máquinas.
- c) Determinar el beneficio costo de la propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento.

# **CAPÍTULO II:**

## **MATERIAL Y MÉTODO**

## 2.1. Tipo y Diseño de Investigación

La presente investigación es de tipo descriptiva, puesto que, se realizará una reseña detallada de las características más distintivas y particulares de la situación de la empresa constructora, para luego hacerse un análisis e interpretación de este fenómeno. Y, de acuerdo, con lo dicho por Rodríguez (2005), la investigación descriptiva “comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, composición o procesos de los fenómenos, (...). La investigación descriptiva trabaja sobre realidades y su característica fundamental es la de presentarnos una interpretación correcta” (p.25).

Esta investigación tiene un diseño no experimental, puesto que, no se construirá la situación, sino que se observará la existente sin manipularse ninguna de las variables. Y para Toro y Parra (2005), la investigación no experimental: “es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente las variables, (...), solo se observan los fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos” (p.158).

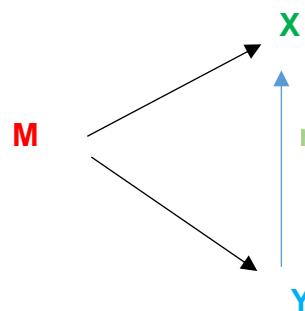
### Donde:

M = Muestra de investigación

X = Variable de mantenimiento

Y = Variable de calidad de servicio

r = Correlación entre ambas variables



## 2.2. Variables y Operacionalización

**Variable dependiente:** Disponibilidad, para Riba (2002), expone “la disponibilidad es la aptitud de un producto, máquina o sistema para cumplir su función, o estar en condiciones de hacerlo en un momento dado cualquiera” (p.199).

Tabla 1: Operacionalización de la variable dependiente

Variable de estudio	Dimensiones	Indicadores	Técnica e instrumento de recolección de datos
Disponibilidad	Tiempo medio entre falla	Nº de horas totales del periodo de tiempo analizado / número de averías	Revisión documentaria/Guía de revisión documentaria
	Tiempo medio para restaurar	Nº de horas de horas de paro por averías / número de averías	Revisión documentaria/Guía de revisión documentaria
	Disponibilidad por Averías	$(MTBF - MTTR) / MTBF$	Revisión documentaria/Guía de revisión documentaria

Fuente: Elaboración propia

**Variable independiente:** Gestión de mantenimiento. Para Lorick (como fue citado en Mora, 2009) define a la gestión de mantenimiento como: “la organización de un área gerencial de mantenimiento que exige la necesidad de establecer sistemas de gestión y operación, mediante procesos, apoyándose en sistemas computarizados para manejar las actividades inherentes a mantenimiento”.

Tabla 2: Operacionalización de la variable independiente.

Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnica e instrumento de recolección de datos
Gestión de mantenimiento	Planificación	% de cumplimiento del plan de mantenimiento	Entrevista/Guía de entrevista
	Capacitación personal	Horas de capacitación al personal	Encuesta
	Mantenimiento Preventivo	Horas de fallas de máquina	Revisión documentaria/Guía de revisión documentaria

Fuente: Elaboración propia

### **2.3. Población y Muestra**

Población para Fracica (citada en Bernal, 2010), la población puede ser definida como “el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación” (p.160), o simplemente como la unidad de análisis. En la presente investigación, la población será un total de 20 personas, que son los todos trabajadores de la empresa constructora en estudio.

Muestra según Bernal la muestra es: “La parte de la población que se selecciona, de la cual realmente se obtiene la información para el desarrollo del estudio y sobre la cual se efectuarán la medición y la observación de las variables objeto de estudio” (2010, p.161). De acuerdo con ello, en esta investigación, la muestra seleccionada para la presente investigación serán 8 personas que pertenecen al área de mantenimiento y a la gestión operativa de la empresa.

### **2.4. Técnicas, instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

Para la presente investigación se usó la técnica de observación, la cual nos permitió conocer a detalle el desarrollo de los procesos en las obras, así como la manera en la que se maneja el área de mantenimiento de la empresa constructora. Bernal nos menciona que la observación es: “un proceso riguroso que permite conocer, de forma directa, el objeto de estudio para luego describir y analizar situaciones sobre la realidad estudiada” (2010, p.257); para ello, se hizo uso de fichas de observación como instrumento, para registrar información necesaria para el análisis de la problemática.

También, se utilizó de la entrevista, para tener conocimiento de las causas principales del problema desde el punto de vista de los trabajadores, de esta manera, conocer cómo es que estas personas perciben la realidad problemática de la empresa y contrastarlo con lo observado. La entrevista, según Buendía, Colás y Hernández (como fue citado en Bernal, 2010), es: “una técnica que consiste en recoger información mediante un proceso directo de

comunicación entre entrevistador(es) y entrevistado(s), en el cual el entrevistado responde a cuestiones, previamente diseñadas en función de las dimensiones que se pretenden estudiar, planteadas por el entrevistador” (p.256). Para esta técnica, se utilizó como instrumento la guía de entrevistas, la cual permitió una correcta preparación de las preguntas para obtener información necesaria para la investigación.

Asimismo, se aplicó el análisis documental, para ahondar en el tema de la falta de disponibilidad de las maquinarias de la empresa constructora, revisando documentos y fichas, que contrasten lo observado y entrevistado, con lo registrado en los documentos. Para Castillo, “el documentalista debe realizar un proceso de interpretación y análisis de la información de los documentos y luego sintetizarlo” (2005, p.1). Para esta técnica, se requirió de un formato de guía que nos delimite los puntos a analizar, la información pertinente.

“Un instrumento de medición es válido cuando mide aquello para lo cual está destinado” (Bernal, 2010, p.247). De esta manera, las entrevistas se prepararán con detenimiento para poder obtener características y detalles de lo que se quiere medir en cuanto a la situación problemática de la empresa constructora.

Los instrumentos que se usaron para la presente investigación serán validados por 3 especialistas en el tema, quienes se encargarán de corregirlos y perfeccionarlos para que cumplan con su objetivo.

La confiabilidad, como lo afirman McDaniel y Gates (citado en Bernal, 2010), “es la capacidad del mismo instrumento para producir resultados congruentes cuando se aplica por segunda vez, en condiciones tan parecidas como sea posible” (p.247). Esto quiere decir que, aunque se aplique la misma entrevista por segunda vez, los resultados serán iguales, o por lo menos muy parecidos a los de la primera vez.

## **2.5. Procedimientos de análisis de datos**

Por medio de las técnicas e instrumentos de recolección de datos se obtuvo la información pertinente para el desarrollo de este estudio, con la que se podrá realizar una base de datos. Usando Microsoft Excel y sus diversos gráficos y tablas, se procesarán, analizarán e interpretarán los datos para mostrar los resultados finales de la investigación. Para lograr dicho objetivo primero se aplicó los instrumentos a la muestra, luego se consolidará dicha información en una hoja de cálculo de Excel donde obtuvimos datos estadísticos como promedios, desviación estándar, entre otras posteriormente con la ayuda del software SPSS obtendremos el estadístico de la confiabilidad que nos permitirá medir el grado de relación y confianza que tendría nuestros resultados de los instrumentos.

## **2.6. Criterios éticos**

Para garantizar la calidad del presente proyecto, se muestran a continuación los principios éticos con los que se desarrollaron las investigaciones: consentimiento informado, los trabajadores de la empresa constructora que formarán parte del estudio serán informados sobre la realidad problemática y se les solicitará brinden información si estuvieran de acuerdo caso contrario se les agradecería por su tiempo. Aquellos trabajadores que si están de acuerdo se les explicó el proceso por el que pasarían si es que aceptaban ser parte de nuestro grupo de informantes, en el cual colaborarían con su experiencia. La confidencialidad para esta investigación, la empresa pidió mantener en reserva el nombre, por lo tanto, como investigadores, nos aseguramos de mantener en el anonimato la identidad de la empresa constructora, así como la de sus trabajadores que nos ayudaron como informantes. Manejo de riesgos, se dio a conocer a los informantes la razón de la investigación y la manera en que se manejarán los resultados, dejándoles en claro que no habrá ningún tipo de daño, ni profesional, ni institucional, ni personal. Así mismo, nos comprometimos como investigadores a no dar ningún otro fin a los resultados, del ya inicialmente mencionado.



## 2.7. Criterios de rigor científico

La presente investigación se guio por los siguientes criterios de rigor científico, que además fueron definidos por Noreña, Alcaraz-Moreno, Rojas, y Rebolledo-Malpica: credibilidad, este criterio es muy importante puesto que permite poner en evidencia los fenómenos ocurridos tal y como son percibidos por los sujetos, sin ningún tipo de alteración. “Este criterio se logra cuando los hallazgos son reconocidos como “reales” o “verdaderos” por las personas que participaron en el estudio, por aquellas que han servido como informantes clave, y por otros profesionales sensibles a la temática estudiada” (2012, p.5).

De esta manera, los resultados obtenidos por los investigadores tuvieron relación con lo obtenido en las entrevistas y en el análisis documentario, ningún dato fue modificado o alterado recalcando nuestro compromiso de credibilidad de la investigación. Transferibilidad, este criterio se refiere a la capacidad de los resultados del estudio para ser transferido a otros contextos. La manera de lograr este criterio es a través de una descripción exhaustiva de las características del contexto en que se realiza la investigación y de los sujetos participantes.

A lo largo de la investigación se describió al detalle los fenómenos acontecidos en la empresa constructora, así como los resultados obtenidos y una adecuada interpretación de éstos, para que cada lector decida si es posible ser transferido a su propio contexto. Objetividad, de acuerdo con este criterio: se requiere que el instrumento de recolección de datos refleje los objetivos del estudio, que el investigador realice transcripciones textuales de las entrevistas, y que la escritura de los resultados se contraste con la literatura existente sobre el tema, respetando la citación de las fuentes. Asimismo, se recomienda que se tenga en cuenta la revisión de los hallazgos por parte de otros investigadores. (2012, p.6). Bajo este criterio, los investigadores reafirmamos nuestro compromiso con la objetividad de los resultados y conclusiones mostrados, así como de las perspectivas que se ofrece, y tomando en cuenta las conclusiones de otros estudios en los que se trata la misma problemática.

# **CAPÍTULO III: RESULTADOS**

### **3.1. Diagnóstico de la empresa**

#### **3.1.1. Información general**

La empresa denominada Empresa Constructora tiene más de 5 años en operatividad dedicada a la construcción de viviendas, puentes, mantenimiento de carreteras, montaje y desmontaje de fábricas entre otras actividades del rubro de la construcción. Con sede principal en la ciudad de Chiclayo, pero con ejecución de obras en ciudades como Tarapoto, Piura, Olmos, Cajamarca, Jaén, Bagua Grande, Bagua Chica, Trujillo y demás ciudades. Posee un amplio almacén de materiales como de herramientas, máquinas y equipos para la construcción.

#### **Misión**

Somos una empresa dedicada a la construcción donde la calidad es nuestro principal objetivo

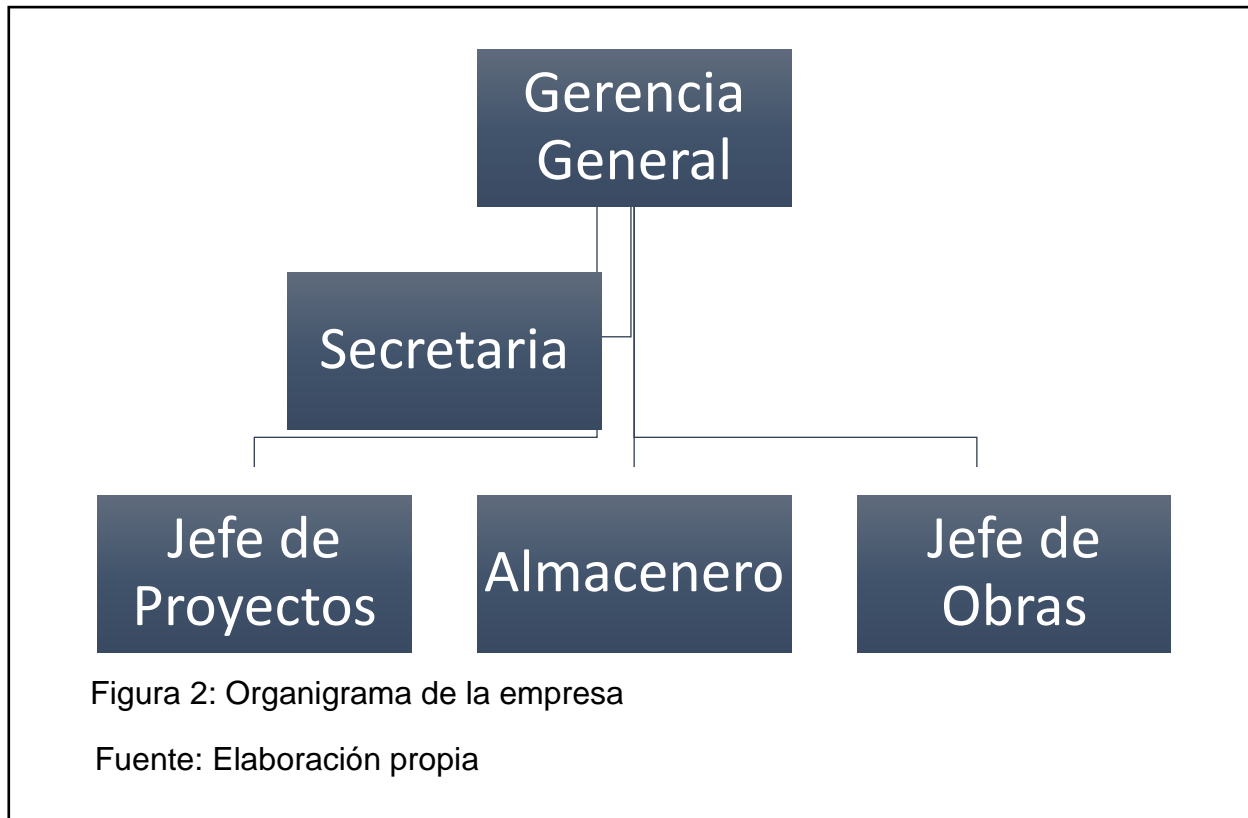
#### **Visión**

Ser una empresa reconocida en el norte del Perú como empresa líder al servicio de la construcción, montaje y desmontaje, así como asesoría de proyectos de gran envergadura.

#### **Objetivos**

El cliente es lo primero y nuestro principal objetivo es cumplir plenamente con las exigencias de nuestros clientes.

## Organigrama



## Análisis FODA

Tabla 3: FODA de la empresa

	Fortaleza	Debilidades
Análisis Interno	<ul style="list-style-type: none"><li>• Local propio.</li><li>• Cartera de clientes</li><li>• Maquinaria propia.</li><li>• Solidez económica.</li><li>• Facilidad para créditos bancarios.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Desorden en las áreas.</li><li>• Retrasos en la entrega de obras.</li><li>• Fallas constantes de máquinas.</li><li>• Accidentes frecuentes.</li><li>• Demora en la compra de materiales.</li></ul>
Análisis Externo	Amenazas	Oportunidades

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mal tiempo.</li> <li>• Competencia desleal.</li> <li>• Política estatal inestable.</li> <li>• Corrupción.</li> <li>• Incremento en los precios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa estatal de reactiva Perú.</li> <li>• Alianzas estratégicas con empresas.</li> <li>• Oferta de mano de obra a bajo costo.</li> </ul>
--	---	---

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.2. Descripción del proceso productivo o de servicio

#### Abastecimiento

La función de compras tiene inicio desde la aprobación del contrato con el cliente, una vez aprobado el contrato la empresa mediante el almacenero verifican las existencias que pudieran existir y se realiza un consolidado de requerimiento de materiales, dicho requerimiento es enviado al área administrativa, quien en función a la disponibilidad de dinero puede realizar la compra a cuenta propia o solicitar primero un adelanto para realizar dicha compra, después según sea el caso el departamento de compras elabora la orden de compra al proveedor quien despacha y envía los materiales los cuales serán revisados al momento de la llegada e ingresados al almacén o llevados directamente a la obra según sea el caso con previa autorización.

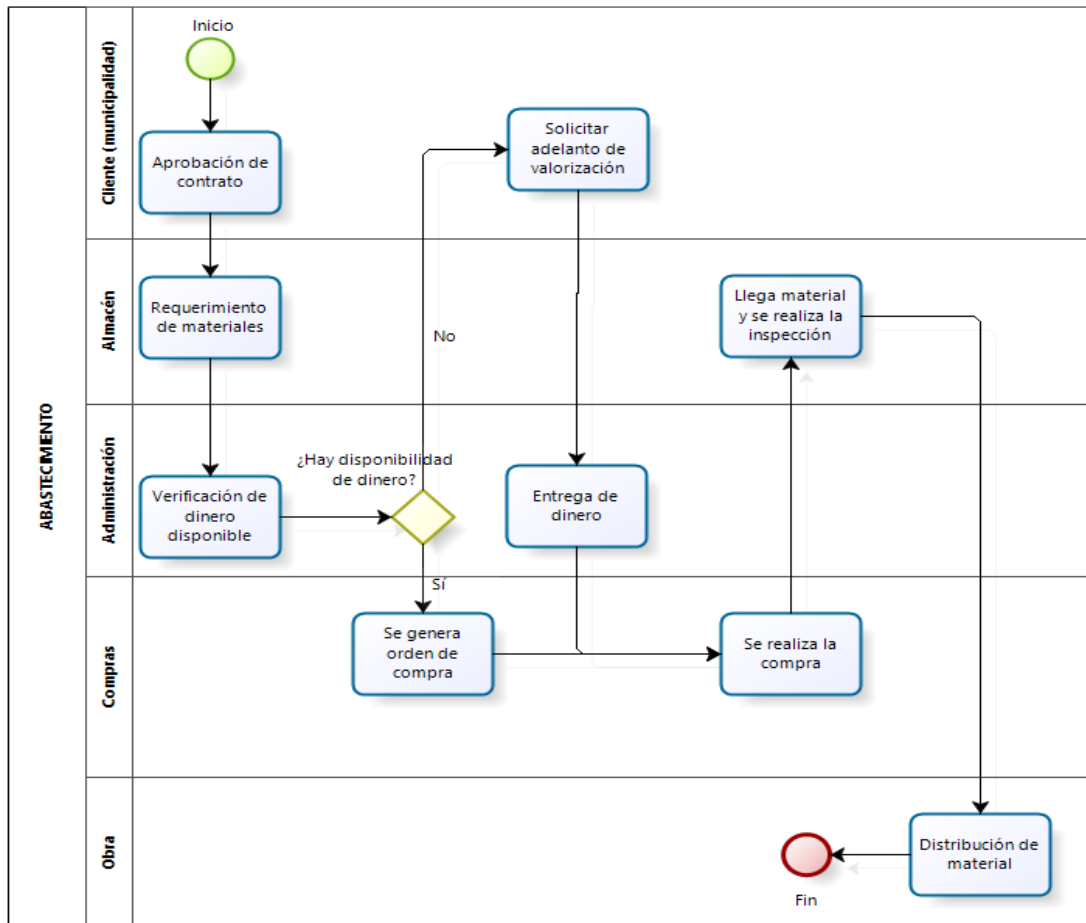
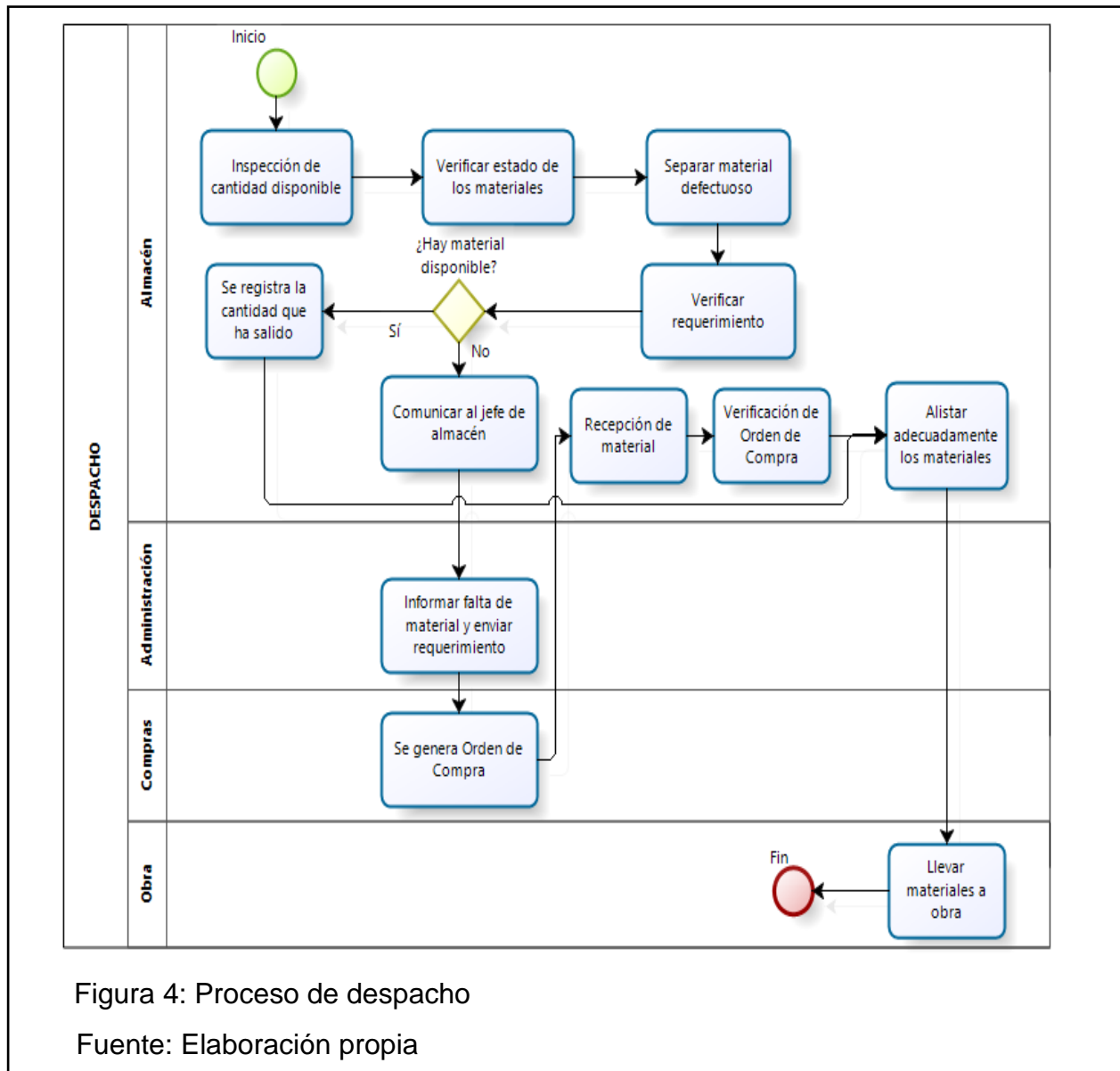


Figura 3: Proceso de abastecimiento

Fuente: Elaboración propia

### Despacho de materiales

La función de despacho inicia con el requerimiento de materiales por parte del ingeniero de obra, se verifica la cantidad disponible de materiales, el estado en los que se encuentran los materiales y se separa si es necesario, luego si existe material disponible entonces se despacha y se registra, sin no hay el suficiente material se comunica al área de administración para que se coordine la compra.



### Ejecución de obra

En cuanto a la ejecución de las obras el detalle de proceso va a depender del tipo de obra, no es igual realizar una casa, un edificio, un puente a dar mantenimiento a una carretera en el siguiente diagrama de flujo representamos los pasos a seguir para la ejecución de una obra de forma general.

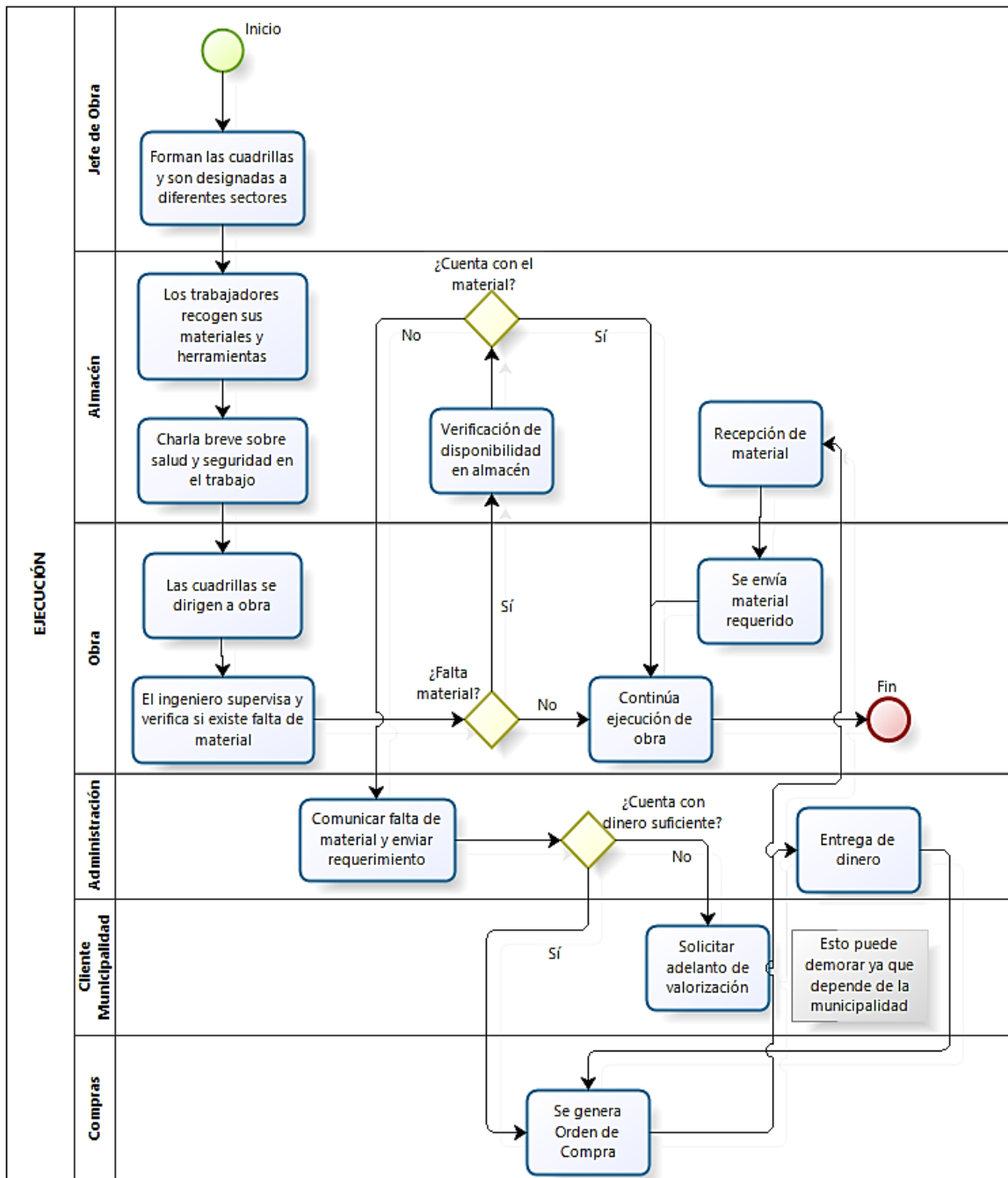


Figura 5: Proceso de ejecución

Fuente: Elaboración propia



### **3.1.3. Análisis de la problemática**

#### **3.1.3.1. Resultados de la aplicación de instrumentos.**

##### **Resultado de aplicación de la entrevista:**

1. ¿Cómo planifica o gestiona su mantenimiento en la actualidad?  
Se planifica en función a las fallas de las máquinas y equipos en realidad no contamos con un plan detallado, se podría decir que aplicamos mantenimiento correctivo.
2. ¿Tienen procesos definidos y documentados en relación a la gestión de mantenimiento?  
No, se cuenta con ningún manual.
3. ¿Cuenta la empresa con una planificación o cronograma de actividades en relación al mantenimiento de las máquinas y equipos?  
No, se realiza en función a las fallas.
4. ¿El mantenimiento de sus máquinas o equipo lo realiza con personal propio o subcontrata como un servicio?  
Principalmente es con el personal propio o en talleres especializados cuando se requiera.
5. ¿Manejan indicadores sobre gestión de mantenimiento en la empresa?  
Indicadores propiamente dichos no, anotamos en un cuaderno las horas de fallas, los repuestos, el tipo de falla, etc.
6. ¿Considera que la disponibilidad de sus máquinas y equipos no es el adecuado o está por debajo de un estándar deseado?  
Si, considero que están muy por debajo tal vez menos del 80%

7. ¿Cuál cree que sea la razón por la cual las máquinas y equipos tienen una baja disponibilidad?

Sería por las frecuentes fallas, por la demora en la compra de materiales, muchas de las veces una maquina puede estar parada una semana por un repuesto hasta quizás más tiempo.

8. ¿Qué se podría hacer para mejorar la disponibilidad de las máquinas y equipos de la empresa?

Considero primero capacitar al personal, crear un programa de mantenimiento de maquinaria y mejorar la gestión de compras en cuanto a materiales y repuestos.

9. ¿Considera que la baja disponibilidad de las máquinas afecta al avance de las obras y genera sobre costos en la empresa?

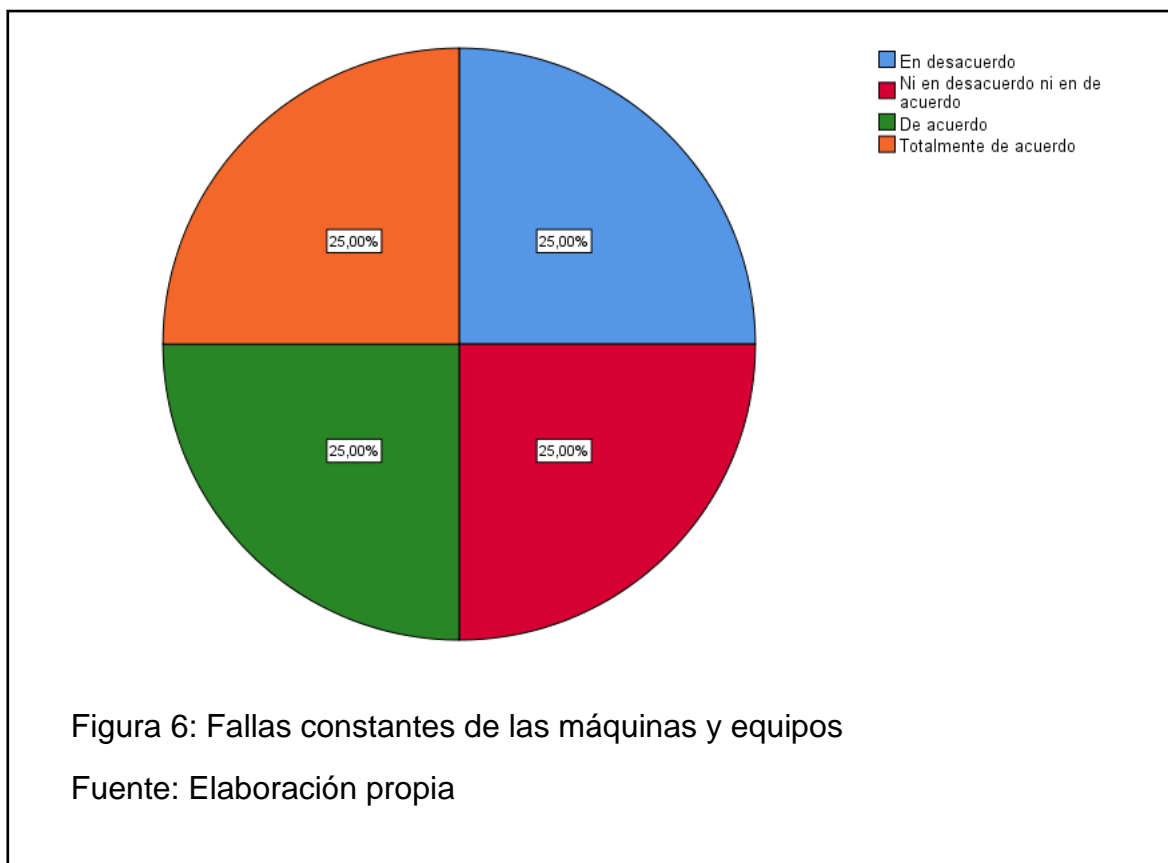
Si, en realidad si genera retrasos y sobre costos por que por ejemplo si una maquina falla a veces con la finalidad de continuar alquilamos y eso es un costo adicional o dejamos de continuar hasta repara y a veces los repuestos no hay y se complica más entonces se gasta más en personal en estadía o alimentación cuando por ejemplo es en campamento.

**Comentario de la entrevista:** de la entrevista aplicada al Gerente de la empresa se podría comentar que el principal problema en cuanto al agestión del mantenimiento y específicamente en cuanto a la baja disponibilidad de las maquinas es por la ausencia de un plan de mantenimiento que contenga los procedimientos estándares, formatos de control así como uso de indicadores que permitir administrar correctamente los activos de la empresa, esto está generando sobrecostos y demora en cuanto a los avances de obra; por lo que se concluye que es importante la implementación de un plan de mantenimiento.

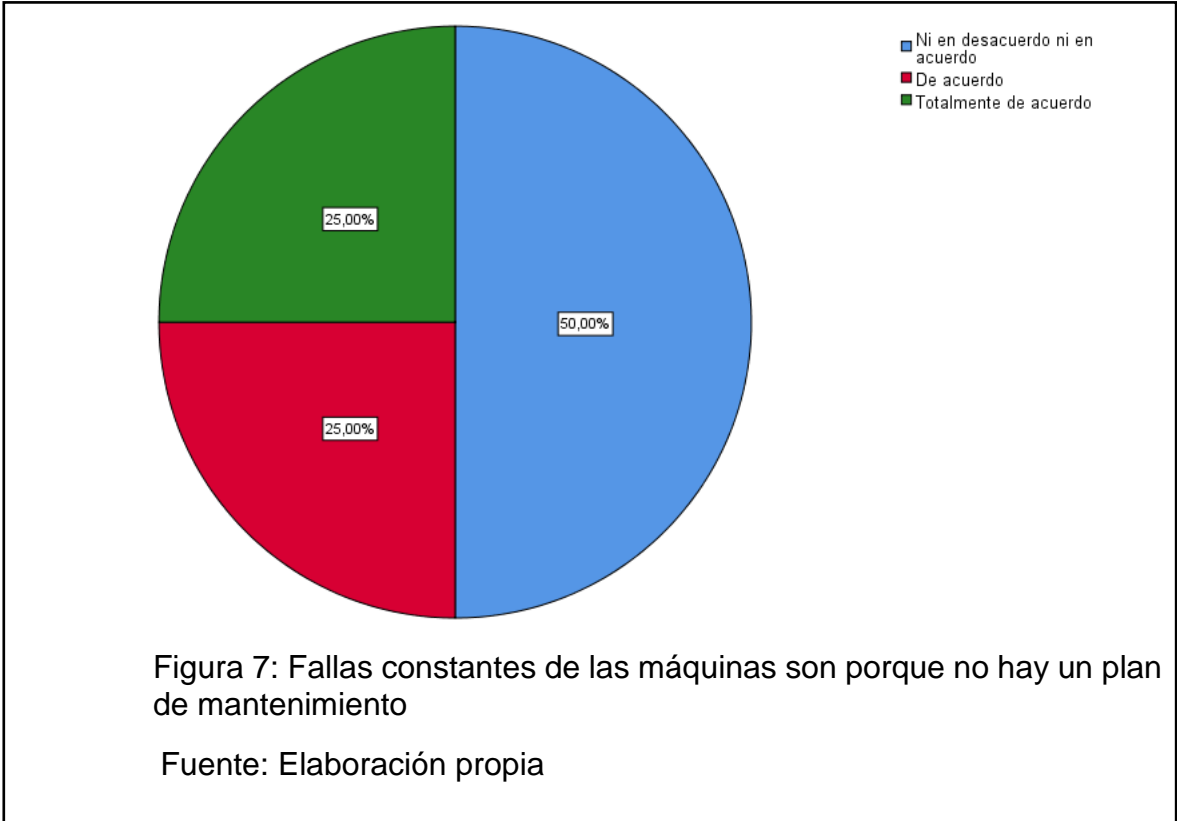
## Resultado de aplicación de la encuesta

Con la finalidad de medir el grado de confiabilidad de la encuesta se determinó el Alfa de Cronbach obteniendo el resultado de 0.738 el cual demuestra que el instrumento es confiable.

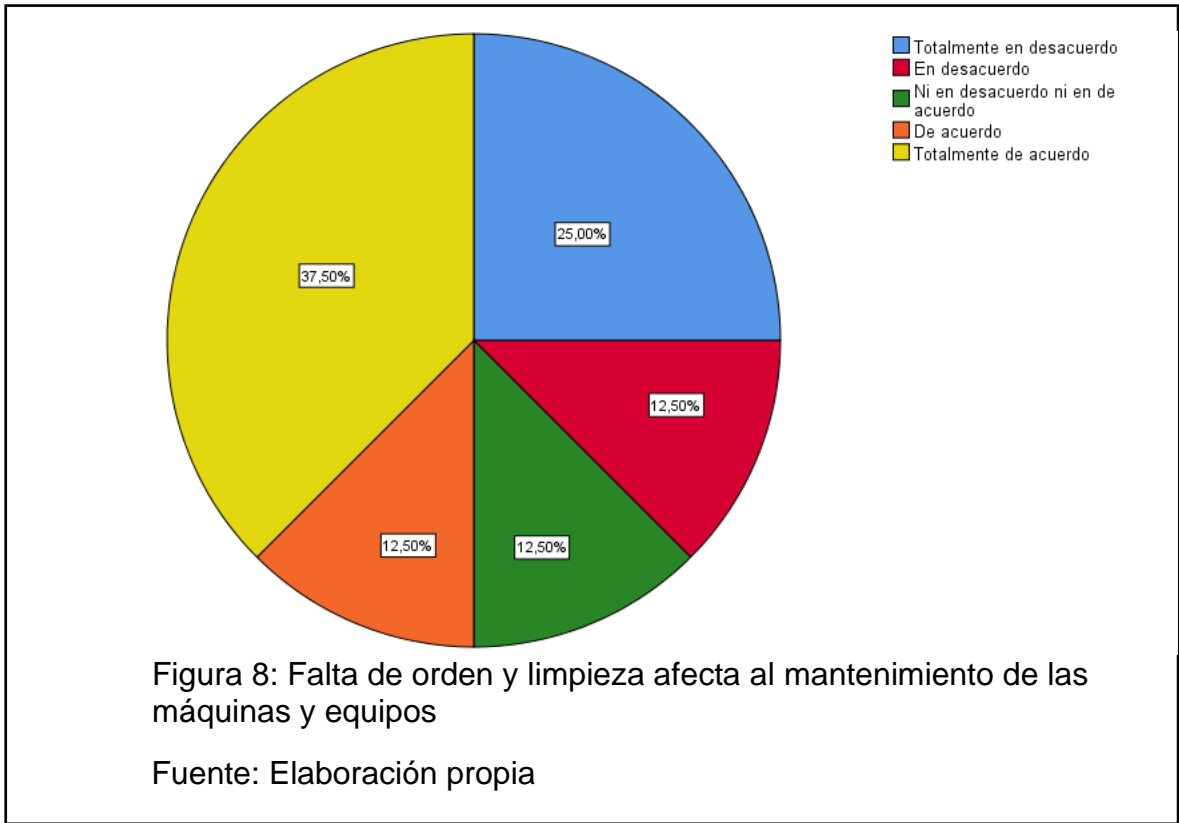
Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,738	10



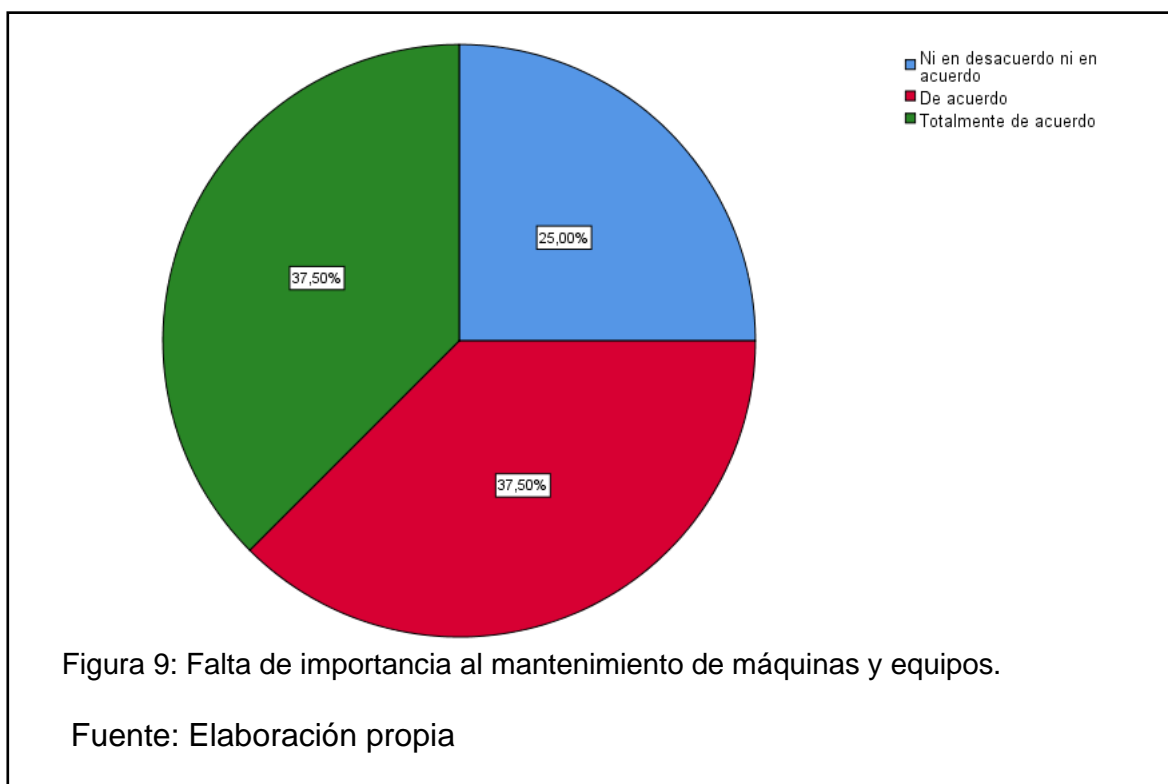
En la figura 6 se puede observar que el 25 % de los encuestados están de acuerdo y totalmente de acuerdo en decir que las fallas contantes de las máquinas están afectando a la operatividad de la empresa.



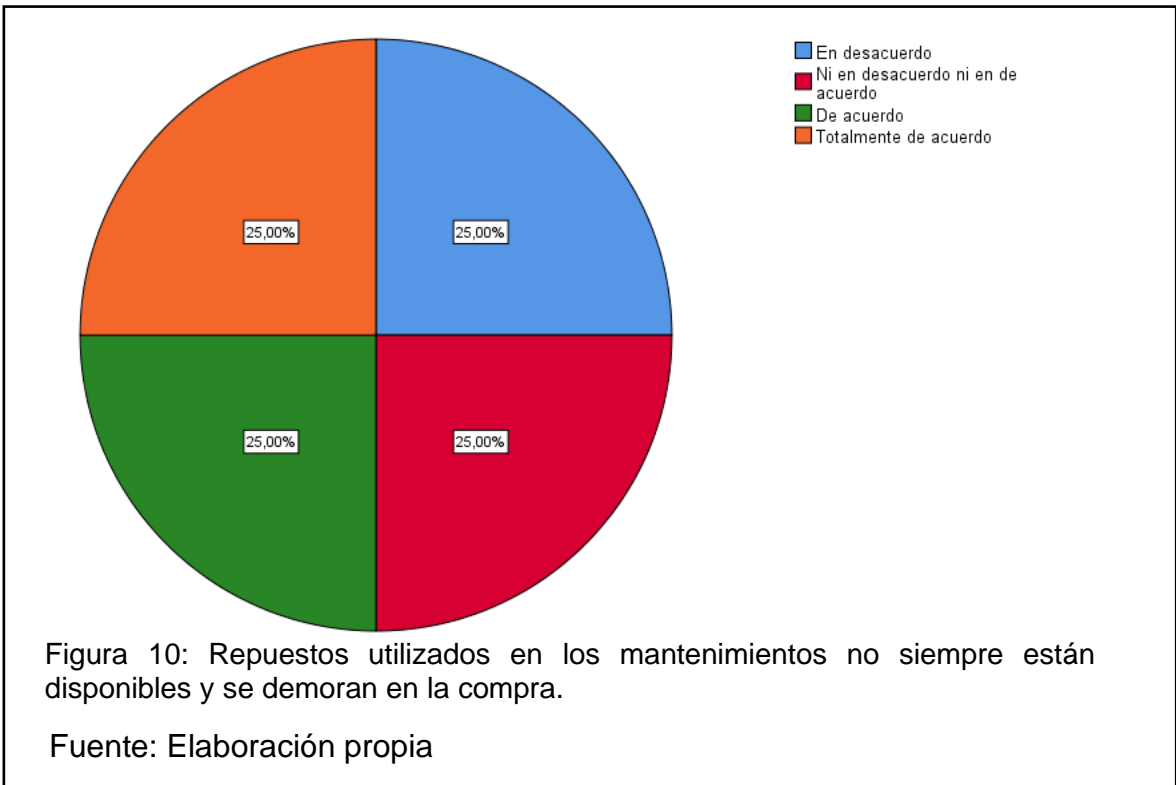
En la figura 7 se puede percibir que el 25 % de los encuestados están de acuerdo y totalmente de acuerdo en decir que las fallas contantes de las máquinas son porque no hay plan de mantenimiento.



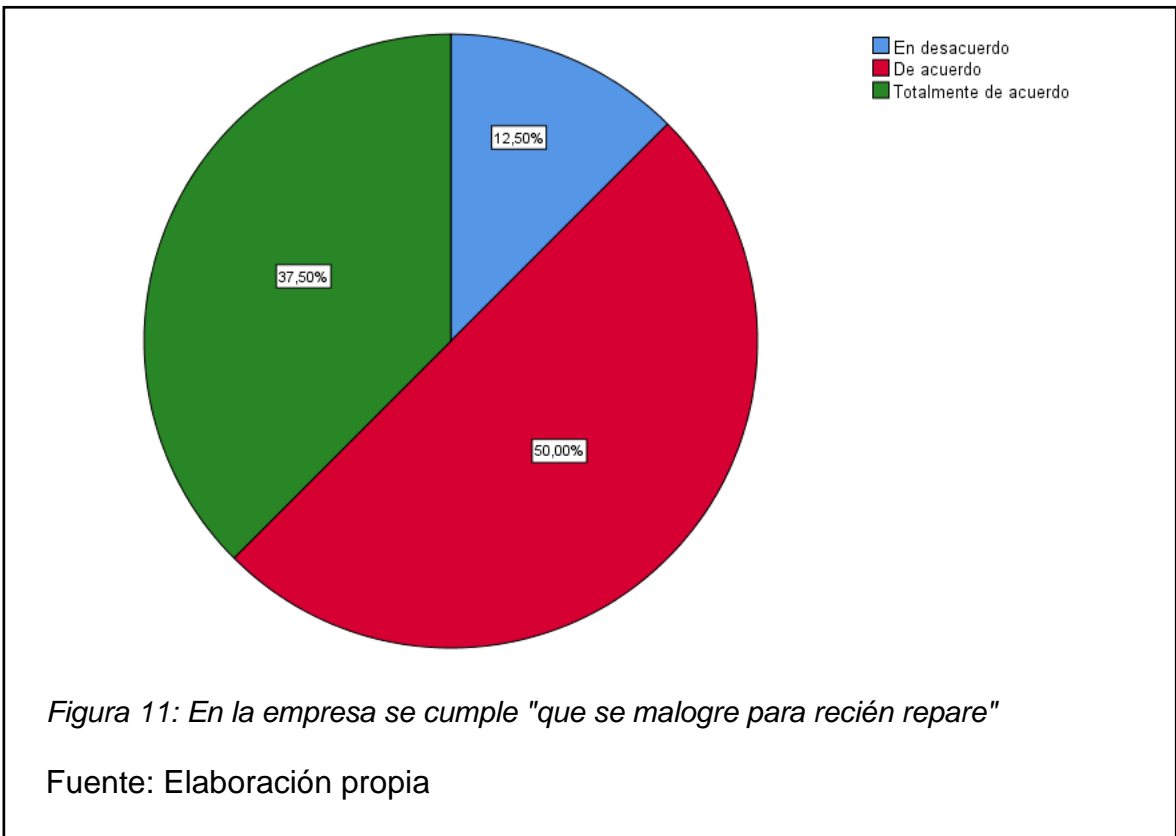
De la figura 8 se puede percibir que el 12.5 % y 37.50 % de los encuestados están de acuerdo y totalmente de acuerdo en decir que la falta de orden y limpieza en la empresa está afectando en el mantenimiento de las máquinas y equipos.



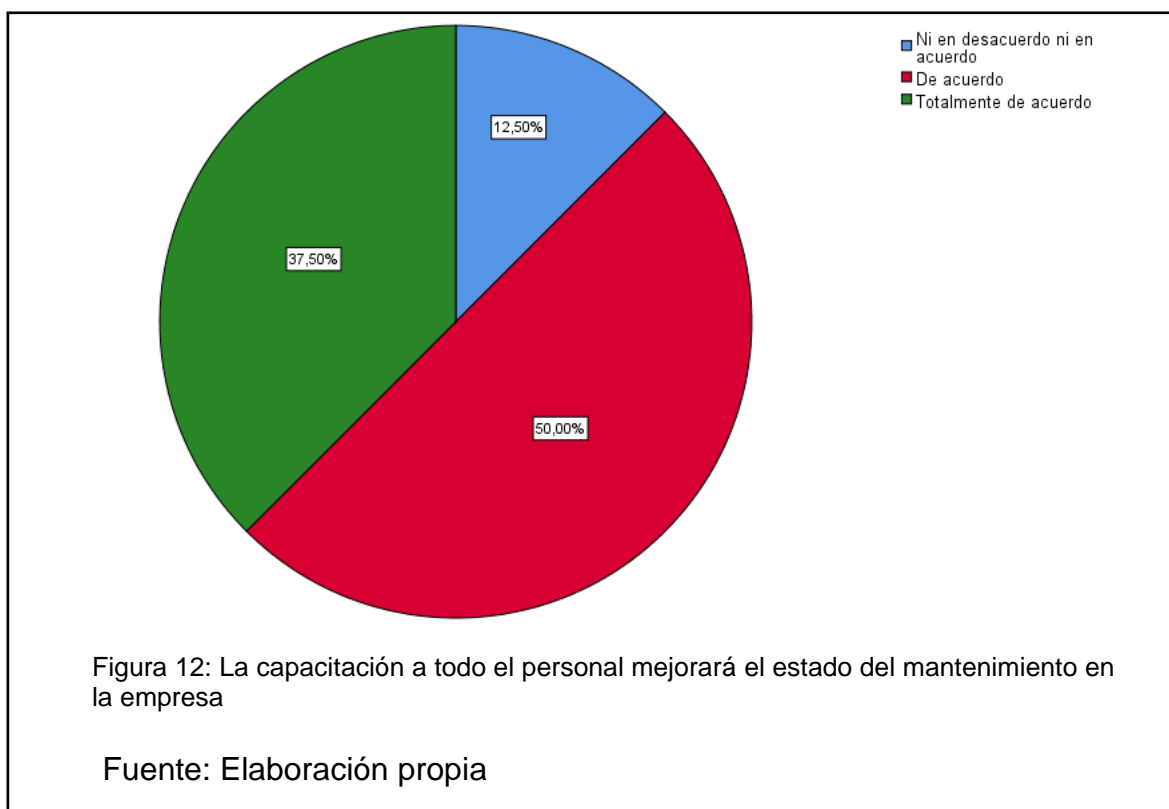
De la figura 9 se puede apreciar que el 37.50 % de los encuestados están de acuerdo y totalmente de acuerdo en decir que en la empresa no se le da mucha importancia al mantenimiento de las máquinas y equipos.



De la figura 10 se puede que el 25.0 % de los encuestados están de acuerdo y totalmente de acuerdo en decir que los repuestos utilizados en los mantenimientos no siempre están disponibles y se demoran en la compra.



De la figura 11 se puede interpretar que el 50.0 % y 37.50 % de los encuestados están de acuerdo y totalmente de acuerdo en decir que la en la empresa se cumple “que se malogre para recién repara”.



De la figura 12 se puede observar que el 50.0 % y 37.50 % de los encuestados están de acuerdo y totalmente de acuerdo en decir que la capacitación a todo el personal mejorará el estado actual del mantenimiento en la empresa.

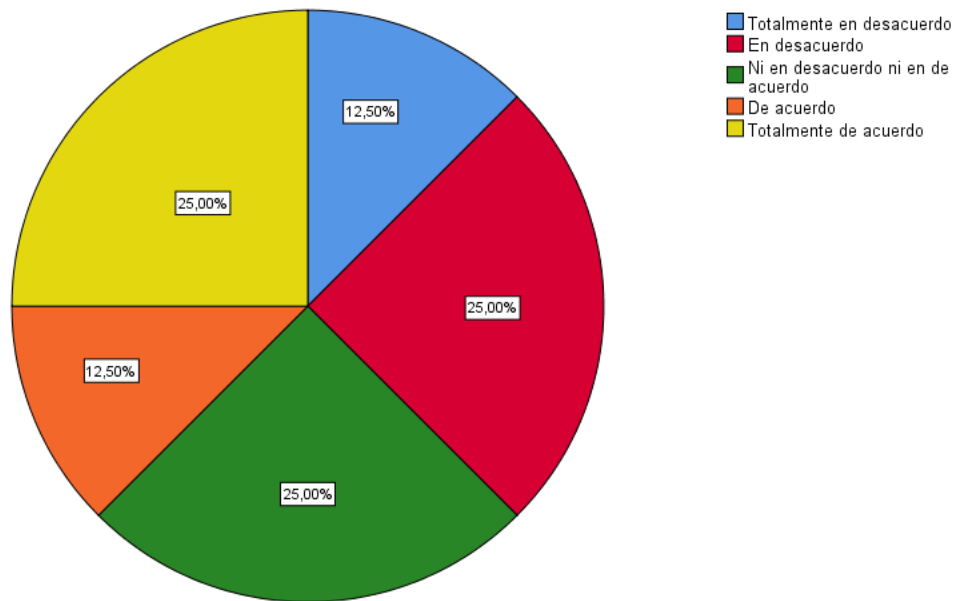


Figura 13: Peligro en la integridad física de los trabajadores por el estado actual de las máquinas y equipos.

Fuente: *Elaboración propia*

De la figura 13 se puede percibir que el 12.5 % y 25.0 % de los encuestados están de acuerdo y totalmente de acuerdo en decir que en algún momento ha sentido peligro en la integridad física de los trabajadores por el estado actual de las máquinas y equipos.

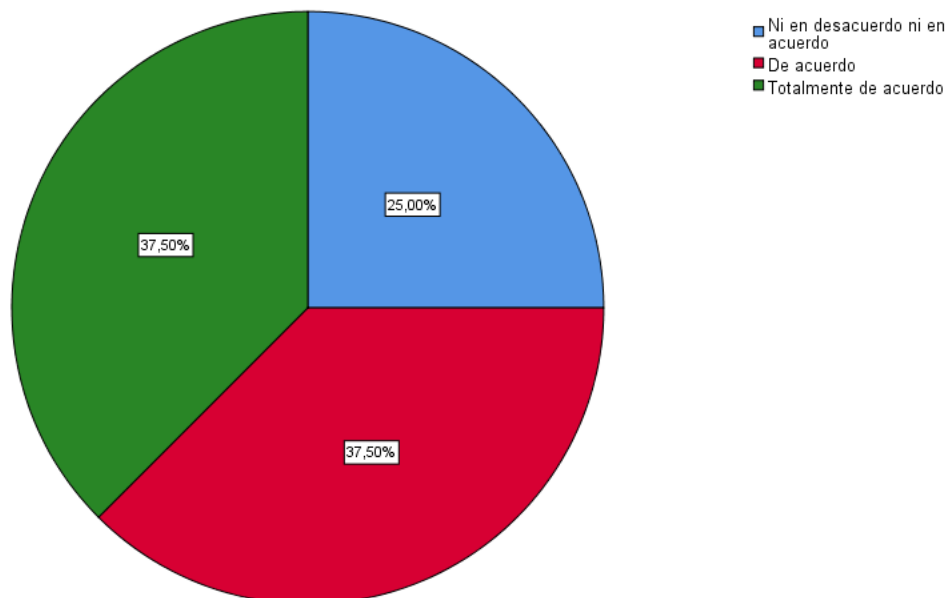
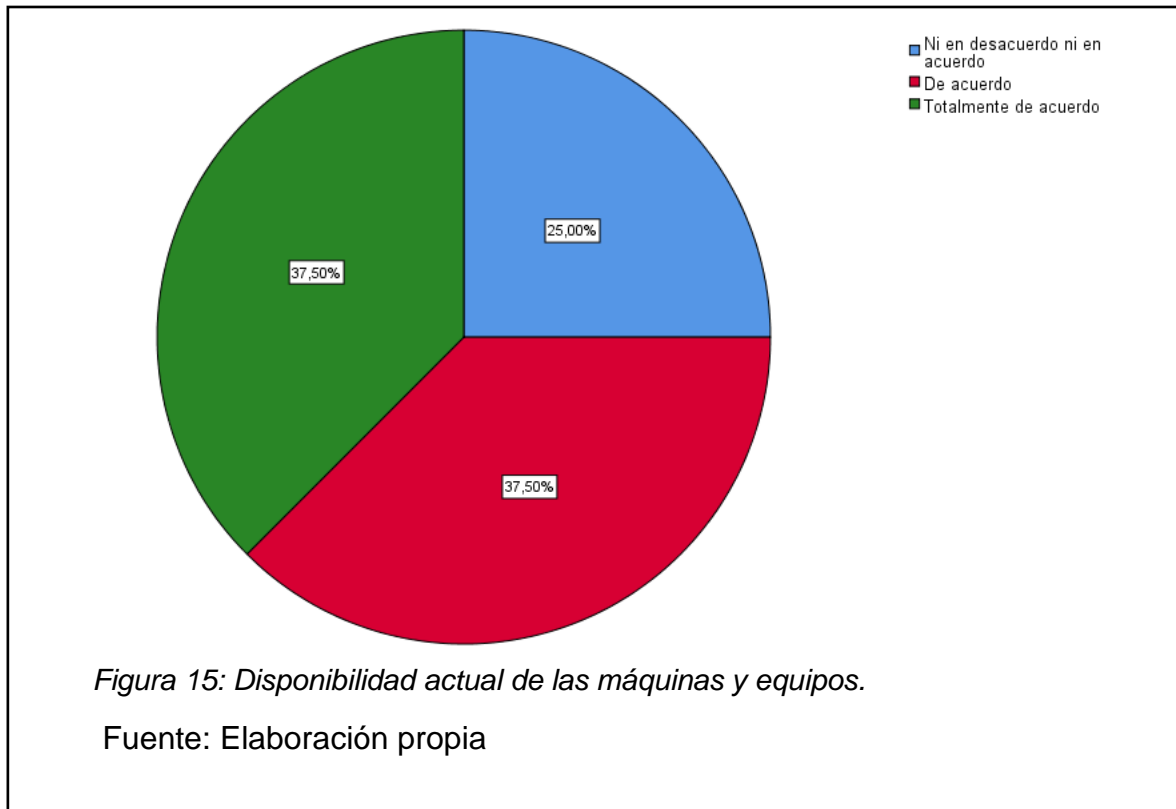


Figura 14: Repuestos utilizados no son de buena calidad y rápido se malogran

Fuente: *Elaboración propia*



De la figura 14 se puede visualizar que el 37.50 % de los encuestados están de acuerdo y totalmente de acuerdo en decir que los repuestos utilizados no son de buena calidad y rápido se malogran.



De la figura 15 se puede observar que el 37.5 % de los encuestados están de acuerdo y totalmente de acuerdo en decir que la disponibilidad actual de las máquinas es muy baja.

### 3.1.3.2. Herramientas de diagnóstico

Con la finalidad de identificar las causas que estarían afectando a la operatividad de la empresa y específicamente a la disponibilidad de las máquinas se realizó el análisis de causa efecto o también conocido como diagrama de Ishikawa.

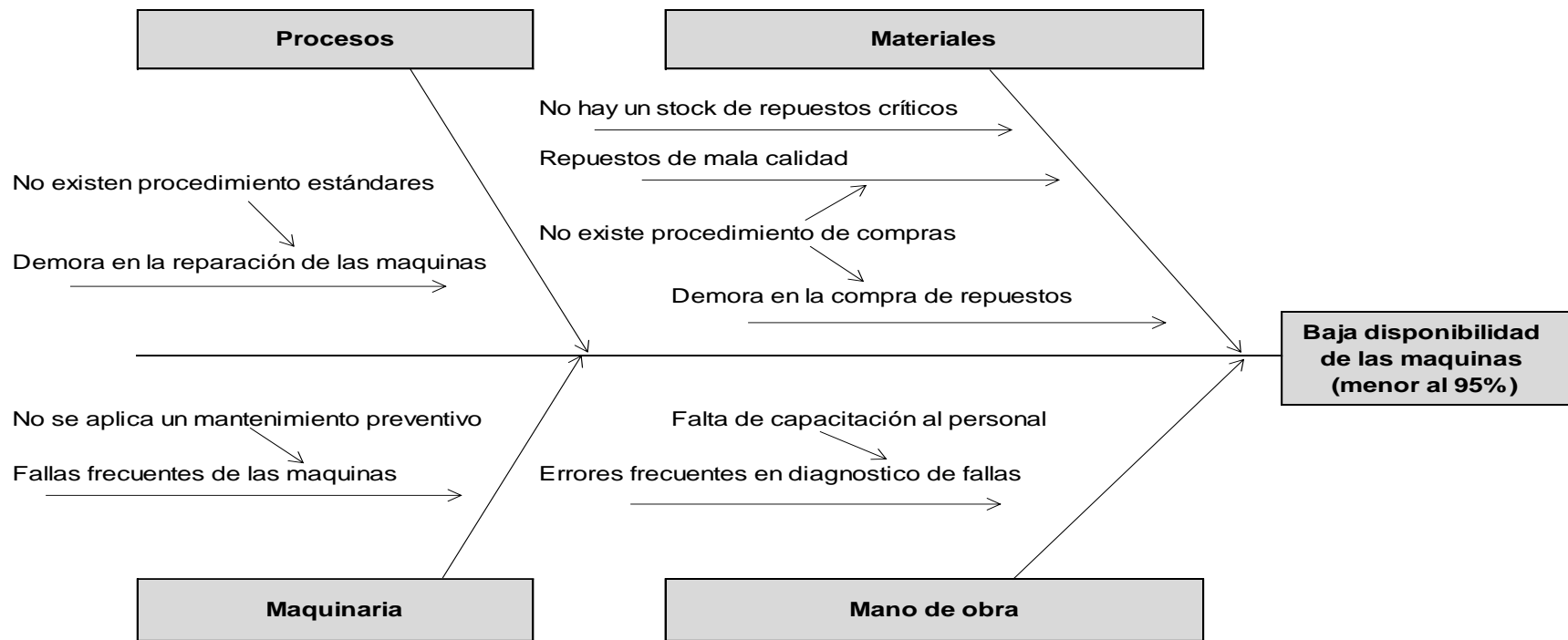


Figura 16: Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.4. Situación actual de la variable dependiente

Para determinar la disponibilidad de las maquinas fue necesario revisar la información en cuanto al registro de fallas y horas en que las máquinas estuvieron inoperativas; el análisis se realizó con la maquinaria de código 160 que indica maquinaria pesada combustible diesel; los resultados se muestran a continuación.

Tabla 4: Lista de maquinaria pesada

Item	Máquina	Característica	Código
1	Retroexcavadora	CAT 430 D	R160-C430D-01
2	Retroexcavadora	CAT 420 F	R160-C420F-02
3	Volquete	Volvo FMX 440	V160-VFMX440-01
4	Volquete	Volvo FMX 480	V160-VFMX480-02
5	Volquete	Volvo FMX 480	V160-VFMX480-03
6	Cargador Frontal	CAT 950 H	CF160-C950H -01
7	Cargador Frontal	CAT 950 H	CF160-C950H -02
8	Compactadores de suelo	CAT - 533E	CS160-C533E-01
9	Camión cisterna	M-Benz 3336 K	CC160-MB3336K-01
10	Motoniveladora	CAT 140K	M160-C140K-01

Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por la empresa

En total la empresa posee 10 máquinas, siendo las principales maquinas la retroexcavadora, el cargador frontal, los volquetes y la motoniveladora las de mayor uso

Tabla 5: Número de fallas por tipo de máquina de julio a diciembre del 2019

Máquina	Código	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Retroexcavadora	R160-C430D-01		3	1	2		2	8
Retroexcavadora	R160-C420F-02	1		2		1	1	5
Volquete	V160-VFMX440-01		1	1			1	3
Volquete	V160-VFMX480-02			1		1		2
Volquete	V160-VFMX480-03	1			1			2
Cargador Frontal	CF160-C950H - 01	1	1	2	3	1	1	9
Cargador Frontal	CF160-C950H - 02	1	2	1	1	2	1	8
Compactadores de suelo	CS160-C533E-01		1			1		2
Camión cisterna	CC160-MB3336K-01			1		1		2
Motoniveladora	M160-C140K-01		1			1		2
<b>Total</b>								<b>43</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por la empresa

En total se registraron 43 fallas siendo los cargadores frontales los que registraron la mayor cantidad de fallas seguido de las retroexcavadoras. El total se obtuvo sumando con el software Excel; ejemplo (3+1+2+2 = 8) y así sucesivamente. Las cantidades registradas fueron proporcionadas por la empresa

Tabla 6: Tiempo en horas para la reparación o para la restauración de las maquinas (TTR) año 2019

Máquina	Código	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Retroexcavadora	R160-C430D-01		24.3	8.6	11.2		14.8	58.90
Retroexcavadora	R160-C420F-02	6		16.5		8.2	4.9	35.60
Volquete	V160-VFMX440-01		4.8	12			3.5	20.30
Volquete	V160-VFMX480-02			8		4		12.00
Volquete	V160-VFMX480-03	6.4			2.8			9.20
Cargador Frontal	CF160-C950H -01	11	3.5	17	24	13.7	8	77.20
Cargador Frontal	CF160-C950H -02	16	9.4	6.6	15	17.8	6.1	70.90
Compactadores de suelo	CS160-C533E-01		9.2			6.7		15.90
Camión cisterna	CC160-MB3336K-01			5.1		4		9.10
Motoniveladora	M160-C140K-01		6			5.5		11.50
<b>Total de horas</b>								<b>320.60</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por la empresa

De julio a diciembre del 2019 se registraron un total de 320.6 horas destinadas para la reparación o restauración de las máquinas siendo los cargadores frontales los que registraron la mayor cantidad de horas. Dichas cantidades fueron registradas de los reportes de mantenimientos.

Tabla 7: Tiempo total programado para producir en horas

<b>Días laborables por mes</b>		<b>26</b>	<b>26</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>Total</b>
<b>Máquina</b>	<b>Código</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Setiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>	
<b>Retroexcavadora</b>	R160-C430D-01	208	208	200	208	200	200	1224
<b>Retroexcavadora</b>	R160-C420F-02	208	208	200	208	200	200	1224
<b>Volquete</b>	V160-VFMX440-01	208	208	200	208	200	200	1224
<b>Volquete</b>	V160-VFMX480-02	208	208	200	208	200	200	1224
<b>Volquete</b>	V160-VFMX480-03	208	208	200	208	200	200	1224
<b>Cargador Frontal</b>	CF160-C950H -01	208	208	200	208	200	200	1224
<b>Cargador Frontal</b>	CF160-C950H -02	208	208	200	208	200	200	1224
<b>Compactadores de suelo</b>	CS160-C533E-01	208	208	200	208	200	200	1224
<b>Camión cisterna</b>	CC160-MB3336K-01	208	208	200	208	200	200	1224
<b>Motoniveladora</b>	M160-C140K-01	208	208	200	208	200	200	1224
<b>Total</b>								<b>12240</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por la empresa

De julio a diciembre hubo un total de 12240 horas disponibles para el trabajo considerando turnos de trabajo de 8 horas por día y según la cantidad de días laborables por mes. Estas horas fueron obtenidas mediante la multiplicación de días laborables por mes por 8.

Formula:

Tiempo total programado para producir en horas = días laborables por mes x horas por turno

Tabla 8: Tiempo total de operación por máquina (TTO)

Máquina	Código	Tiempo total programado para producir en horas	Tiempo para restaurar (TTR)	Tiempo total de operación (TTO)
Retroexcavadora	R160-C430D-01	1224	58.90	1165.10
Retroexcavadora	R160-C420F-02	1224	35.60	1188.40
Volquete	V160-VFMX440-01	1224	20.30	1203.70
Volquete	V160-VFMX480-02	1224	12.00	1212.00
Volquete	V160-VFMX480-03	1224	9.20	1214.80
Cargador Frontal	CF160-C950H -01	1224	77.20	1146.80
Cargador Frontal	CF160-C950H -02	1224	70.90	1153.10
Compactadores de suelo	CS160-C533E-01	1224	15.90	1208.10
Camión cisterna	CC160-MB3336K-01	1224	9.10	1214.90
Motoniveladora	M160-C140K-01	1224	11.50	1212.50
<b>Total</b>				<b>11919.4</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por la empresa

El tiempo total de operación de cada máquina es el tiempo que la máquina trabajo, se obtiene restando el tiempo total programado para producir menos el tiempo para restaurar.

Formula:

$$TTO = (\text{Tiempo total programado para producir en horas}) - (\text{Tiempo para restaurar (TTR)})$$



Tabla 9: Tiempo medio para restaurar por maquina en horas (MTTR)

Máquina	Código	Tiempo para restaurar (TTR)	Número de fallas	Tiempo medio para restaurar (MTTR)
Retroexcavadora	R160-C430D-01	58.90	8	7.36
Retroexcavadora	R160-C420F-02	35.60	5	7.12
Volquete	V160-VFMX440-01	20.30	3	6.77
Volquete	V160-VFMX480-02	12.00	2	6.00
Volquete	V160-VFMX480-03	9.20	2	4.60
Cargador Frontal	CF160-C950H -01	77.20	9	8.58
Cargador Frontal	CF160-C950H -02	70.90	8	8.86
Compactadores de suelo	CS160-C533E-01	15.90	2	7.95
Camión cisterna	CC160-MB3336K-01	9.10	2	4.55
Motoniveladora	M160-C140K-01	11.50	2	5.75
<b>Promedio</b>				<b>6.75</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por la empresa

El tiempo medio para restaurar por máquina en horas es el tiempo que se obtiene de la división entre el tiempo para restaurar (TTR) y el número de fallas registradas. El tiempo medio promedio para restaurar de toda las maquinas es de 6.75 horas; esto quiere decir que en promedio cada reparación requiere un tiempo de 6.75 horas.

Formula:

$$MTTR = \frac{TTR}{\text{Número de fallas}}$$

Tabla 10: Tiempo medio entre falla en horas (MTBF)

Máquina	Código	Tiempo total de operación (TTO)	Número de fallas	Tiempo medio entre falla (MTBF)
Retroexcavadora	R160-C430D-01	1165.10	8	145.64
Retroexcavadora	R160-C420F-02	1188.40	5	237.68
Volquete	V160-VFMX440-01	1203.70	3	401.23
Volquete	V160-VFMX480-02	1212.00	2	606.00
Volquete	V160-VFMX480-03	1214.80	2	607.40
Cargador Frontal	CF160-C950H - 01	1146.80	9	127.42
Cargador Frontal	CF160-C950H - 02	1153.10	8	144.14
Compactadores de suelo	CS160-C533E-01	1208.10	2	604.05
Camión cisterna	CC160-MB3336K-01	1214.90	2	607.45
Motoniveladora	M160-C140K-01	1212.50	2	606.25
<b>Promedio</b>				<b>408.73</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por la empresa

El tiempo medio entre falla se obtiene dividiendo el tiempo total de operación y el número de fallas; el resultado de 408.73 horas estaría indicando que en promedio una falla ocurre cada 408.73 horas.

Formula:

$$MTBF = \frac{TTO}{\text{Número de fallas}}$$

Tabla 11: Indicador de confiabilidad

Máquina	Código	Tiempo total programado para producir	Tiempo total de operación (TTO)	Confiabilidad
Retroexcavadora	R160-C430D-01	1224	1165.1	95.19%
Retroexcavadora	R160-C420F-02	1224	1188.4	97.09%
Volquete	V160-VFMX440-01	1224	1203.7	98.34%
Volquete	V160-VFMX480-02	1224	1212.0	99.02%
Volquete	V160-VFMX480-03	1224	1214.8	99.25%
Cargador Frontal	CF160-C950H -01	1224	1146.8	93.69%
Cargador Frontal	CF160-C950H -02	1224	1153.1	94.21%
Compactadores de suelo	CS160-C533E-01	1224	1208.1	98.70%
Camión cisterna	CC160-MB3336K-01	1224	1214.9	99.26%
Motoniveladora	M160-C140K-01	1224	1212.5	99.06%
<b>Promedio</b>				<b>97.38%</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por la empresa

El indicador de confiabilidad se obtiene dividiendo el tiempo total de operación con el tiempo programado para producir; en nuestro caso nos arrojó 97.38% lo que estarían indicando el nivel de confianza que se tiene sobre el funcionamiento de las máquinas. El resultado esperado por parte de la empresa es que sea al menos superior al 95% pero ideal sería superior al 98 % por lo que la presente investigación pretende llegar a ese porcentaje.

Formula:

$$Confiabilidad = \frac{TTO}{Tiempo\ total\ programada\ para\ producir} * 100$$

Tabla 12: Mantenibilidad de las máquinas

Máquina	Código	Tiempo para restaurar (TTR)	Número de fallas	Mantenibilidad (MTTR)
Retroexcavadora	R160-C430D-01	58.90	8	7.36
Retroexcavadora	R160-C420F-02	35.60	5	7.12
Volquete	V160-VFMX440-01	20.30	3	6.77
Volquete	V160-VFMX480-02	12.00	2	6.00
Volquete	V160-VFMX480-03	9.20	2	4.60
Cargador Frontal	CF160-C950H - 01	77.20	9	8.58
Cargador Frontal	CF160-C950H - 02	70.90	8	8.86
Compactadores de suelo	CS160-C533E-01	15.90	2	7.95
Camión cisterna	CC160-MB3336K-01	9.10	2	4.55
Motoniveladora	M160-C140K-01	11.50	2	5.75
<b>Promedio</b>				<b>6.75</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por la empresa

La mantenibilidad de las máquinas se obtiene al dividir el tiempo para restaurar entre el número de fallas, en nuestro caso arrojo en promedio 6.75 horas; lo que estarían indicando que las máquinas en promedio pasan de un estado inoperativo a operativo en un tiempo promedio de 6.75 horas.

Formula de Mantenibilidad:

$$MTTR = \frac{TTR}{\text{Número de fallas}}$$

Tabla 13: Disponibilidad de las máquinas

Máquina	Código	Tiempo medio entre falla (MTBF)	Tiempo medio para restaurar (MTTR)	Disponibilidad
Retroexcavadora	R160-C430D-01	145.6	7.36	95.19%
Retroexcavadora	R160-C420F-02	237.7	7.12	97.09%
Volquete	V160-VFMX440-01	401.2	6.77	98.34%
Volquete	V160-VFMX480-02	606.0	6.00	99.02%
Volquete	V160-VFMX480-03	607.4	4.60	99.25%
Cargador Frontal	CF160-C950H - 01	127.4	8.58	93.69%
Cargador Frontal	CF160-C950H - 02	144.1	8.86	94.21%
Compactadores de suelo	CS160-C533E-01	604.1	7.95	98.70%
Camión cisterna	CC160-MB3336K-01	607.5	4.55	99.26%
Motoniveladora	M160-C140K-01	606.3	5.75	99.06%
<b>Promedio</b>				<b>97.38%</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por la empresa

El resultado obtenido en cuanto a la disponibilidad de las maquinas en promedio es de 97.38 % indicador que está por debajo del esperado por parte de la empresa que sea superior al 98 %. De la tabla se puede observar que son los cargadores frontales los que tienen la menor disponibilidad estando incluso por debajo del 95% lo cual se considera muy bajo en cuanto a la operatividad de maquinaria pesada; así mismo también se observa que las retroexcavadoras también tienen un resultado muy bajo. La presente investigación en base a estos resultados se centrará en elaborar un plan de mantenimiento detallado para los cargadores frontales, así como las retroexcavadoras teniendo en cuenta que el funcionamiento y operatividad de estas máquinas son casi similares y que dicho plan serviría como modelo para las siguientes máquinas y demás equipos que la empresa posee.

Formula:

$$Disponibilidad = \frac{MTBF}{(MTBF + MTRR)} * 100$$

Tabla 14: Selección de máquinas críticas

Maquina	Código	Tiempo medio entre falla (MTBF)	Tiempo medio para restaurar (MTTR)	Disponibilidad	Observacion
Cargador Frontal	CF160-C950H-01	127.4	8.58	93.69%	Debajo del 95 %
Cargador Frontal	CF160-C950H-02	144.1	8.86	94.21%	Debajo del 95 %
Retroexcavadora	R160-C430D-01	145.6	7.36	95.19%	Superior al 95 %
Retroexcavadora	R160-C420F-02	237.7	7.12	97.09%	Superior al 95 %
Volquete	V160-VFMX440-01	401.2	6.77	98.34%	Superior al 95 %
Compactadores de suelo	CS160-C533E-01	604.1	7.95	98.70%	Superior al 95 %
Volquete	V160-VFMX480-02	606.0	6.00	99.02%	Superior al 95 %
Motoniveladora	M160-C140K-01	606.3	5.75	99.06%	Superior al 95 %
Volquete	V160-VFMX480-03	607.4	4.60	99.25%	Superior al 95 %
Camión cisterna	CC160-MB3336K-01	607.5	4.55	99.26%	Superior al 95 %
Promedio				97.38%	

Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por la empresa

### 3.2. Discusión de resultados

En la investigación de Bucay y Carrillo (2018) titulada optimización de la gestión de mantenimiento basado en la disponibilidad operacional de equipos en la planta de pintura de la empresa Ciauto se determinó que para incrementar su productividad es necesario realizar un control operacional de los equipos, control de datos y la implementación de un plan de gestión de mantenimiento; en la investigación se aplicaron instrumentos como recolección de datos, se realizaron la revisión de documentos, las entrevistas y en su mayoría la observación, puesto que no tenían datos y parámetros muy definidos para los cálculos necesarios.

Por otro lado en la investigación desarrollada por Ticlavilca (2016) "Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad mecánica del equipo ALPHA20 de la empresa Robocon SAC", el autor concluye que, un plan de mantenimiento preventivo aplicado a la empresa Robocon puede aumentar la disponibilidad de los equipos hasta 23,5%, pasando de un 70% a un 93,5%, además que se hizo posible la organización de herramientas y repuestos de recambio para los mantenimientos programados, en dicha investigación se aplicaron instrumentos de recolección de datos que se utilizaron son el check list, los formatos de observación, historial de mantenimiento y cámaras fotográficas y filmadoras para tener registro de imágenes para una investigación más profunda; así mismo en la investigación de Alban (2017) en su tesis titulada "Implementación de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad de las maquinarias en la empresa Construcciones Reyes S.R.L. para incrementar la productividad" se aplicaron instrumentos como fichas de observación, para completar información que no se encontraban en la base de datos por falta de actividades de inspección y de control, también se aplicaron herramientas de diagnóstico para realizar un análisis con mayor profundidad; llegando a la conclusión que mediante la elaboración e implementación de los programas de mantenimiento centrado en la confiabilidad de las máquinas del proceso productivo, se logrará aumentar la productividad; pues, estas normas y procedimientos permitieron

que se reduzcan los tiempos de paradas de las máquinas en un 97.73%, los costos de mantenimiento en un 75.14% y la frecuencia de fallas en 81.43%; y como resultado final, la productividad aumentó en casi un 50% con respecto a los años anteriores.

En las investigaciones realizadas por los tres autores las técnicas e instrumentos de análisis de datos son similares a los aplicados en nuestra investigación llegando a similares conclusiones como la falta de procedimientos, falta de control en cuanto a la operatividad de las máquinas situación que hace que no se conozca el estado actual de las máquinas y poder determinar el grado de disponibilidad y confiabilidad de las máquinas; en cuanto a las herramientas de diagnóstico fueron la de causa efecto y Pareto las que permitieron determinar las causas principales que están afectando a la disponibilidad de las máquinas. En cuanto a la disponibilidad actual de las máquinas están siendo afectadas por la falta de una buena gestión de mantenimiento siendo las máquinas cargador frontal y la retroexcavadora las máquinas más críticas con un porcentaje menor al 80% por lo que la investigación se centrará más en estas dos máquinas.

### **3.3. Propuesta de investigación**

#### **3.3.1. Fundamentación**

La presente investigación se fundamenta porque permitirá a la empresa incrementar la disponibilidad de las máquinas, lo que se traduce en más horas de operación en el tiempo planeado de operación, trayendo como beneficio a la empresa cumplir con su planificación y con la reducción de costos innecesarios como alquiler de maquinaria, incremento en costo de mano de obra entre otros costos.



### **3.3.2. Objetivos de la propuesta**

El objetivo principal es incrementar la disponibilidad de las máquinas mediante una correcta gestión de mantenimiento.

### **3.3.3. Desarrollo de la propuesta**

El desarrollo de nuestra propuesta se plasma en el siguiente manual denominado “Manual de Gestión de Mantenimiento en una empresa Constructora” y será la primera versión:

#### **Manual de Gestión de Mantenimiento en una empresa Constructora**

##### **1. Introducción**

El presente Manual de Gestión de Mantenimiento tiene como objetivo establecer los lineamientos y principios para lograr el correcto funcionamiento de las máquinas de la empresa constructora y cumplir con los planes operativos de la empresa logrando el máximo rendimiento.

##### **2. Definiciones**

Mantenimiento, Actividades que se realizan con el propósito de mantener y recuperar el estado operativo de las máquinas y equipos mediante la conservación, inspección y reparación.

Mantenimiento preventivo, Conjunto de actividades planificadas que permitan lograr la correcta operatividad de las máquinas salvaguardando la integridad física de las personas, maquinaria e infraestructura.

Mantenimiento correctivo, Conjunto de actividades relacionadas a la reparación de máquinas que están en un estado inoperativo para volverlas a un estado operativo.

Conservación, Actividades para mantener el estado ideal de componentes de un sistema.

Inspección, Actividades para evaluar el estado real de los componentes de un sistema.

Reparación, Actividades para la reposición de la situación ideal de medios técnicos relacionados a un sistema.

### **3. Alcance**

El alcance del presente manual es para todo el personal operativo y personal de mantenimiento.

### **4. Aplicación**

Aplicable en la ejecución de obras y proyectos con la participación de maquinaria y/o equipos.

### **5. Documento de referencia**

- ✓ Constitución Política del Perú, Artículo 7.
- ✓ Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el trabajo.
- ✓ D.S. N° 005-2012-TR, Reglamento de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el trabajo.
- ✓ R.S. N° 021-83-TR, Normas Básicas de Seguridad e Higiene en obras de Edificación.

### **6. Política**

Asegurar el correcto funcionamiento de las máquinas y/o equipos propiedad de la empresa mediante actividades de mantenimiento preventivo y correctivo.

## 7. Principios y normas

Los principales principios que tendrán como objetivo lograr un trabajo seguro y con estándares de trabajo son:

Liderazgo  
Compromiso  
Responsabilidad  
Disciplina

Entre las principales normas que todo el personal involucrado en la Gestión de Mantenimiento debe cumplir tenemos:

No iniciar ningún trabajo sin haber participado de la charla de cinco minutos.

Mantener el área de trabajo, limpia y ordenada.

Todo trabajo de mantenimiento tiene que ser realizada por personal entrenado y capacitado.

No forzar equipos o maquinas por encima de las especificaciones del fabricante.

Desconectar el fluido eléctrico y etiquetar antes de realizar cualquier actividad relacionada con el mantenimiento.

No practicar o realizar cualquier mantenimiento si no cuenta con todos los EPP necesarios para tal fin.

Nunca dejar sin las respectivas guardas a las máquinas y/o equipos que hayan sido reparadas.

Cualquier incidente y/o accidente en cualquier circunstancia relacionada con el mantenimiento reportar de inmediato al área correspondiente de la seguridad y salud en el trabajo.

Nunca operar ninguna maquina con efectos de alcohol y/o drogas.

Negarse a realizar cualquier actividad relacionada con el mantenimiento si considera que el trabajo es riesgoso o no cumple con las medidas de seguridad.

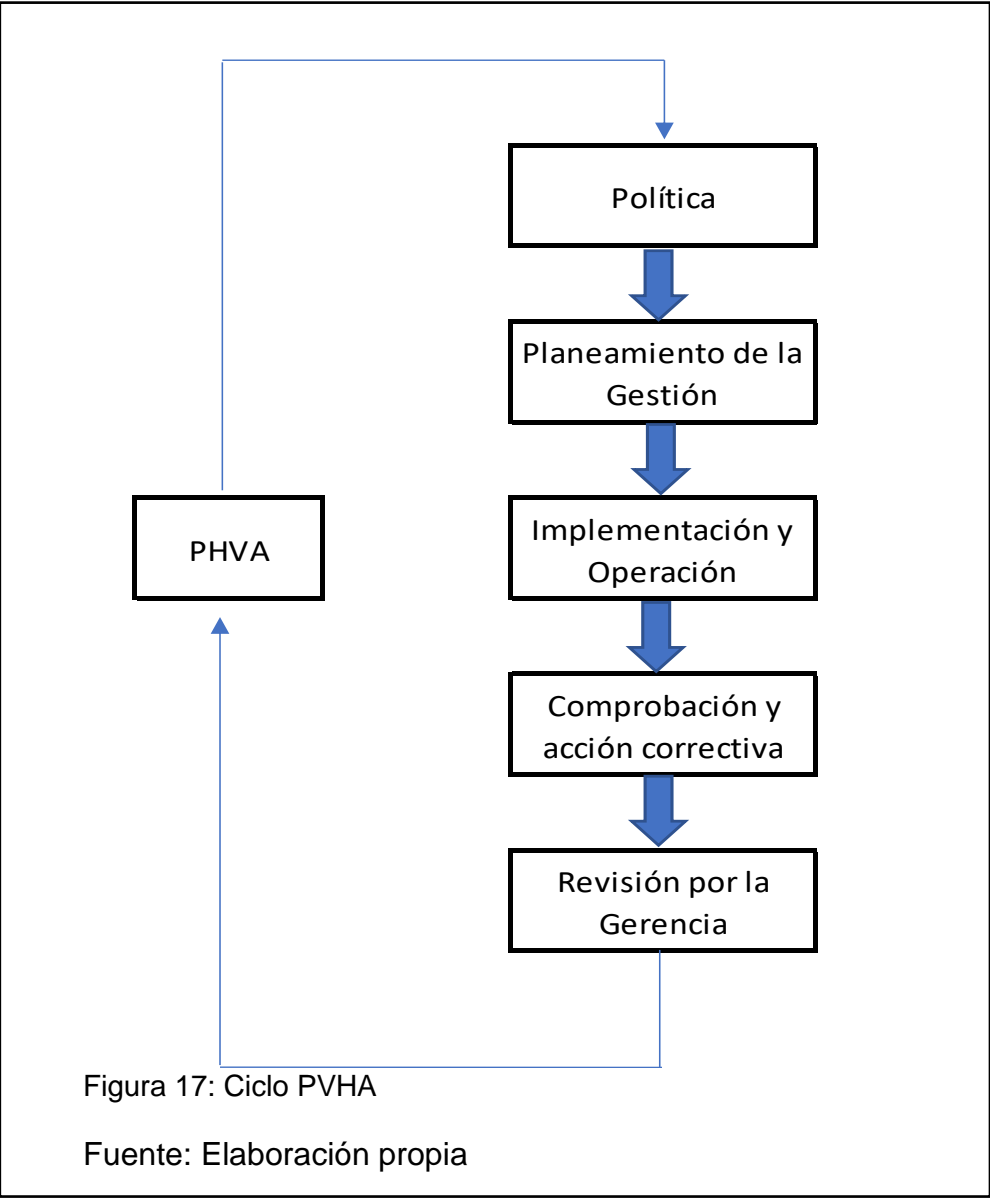
Todo mantenimiento se realizará según lo establecido por la empresa en el manual de mantenimiento preventivo y correctivo. Cualquier eventualidad que no esté contemplada en el presente manual será resuelta por la Gerencia General y por el jefe de Mantenimiento.

## **8. Objetivos**

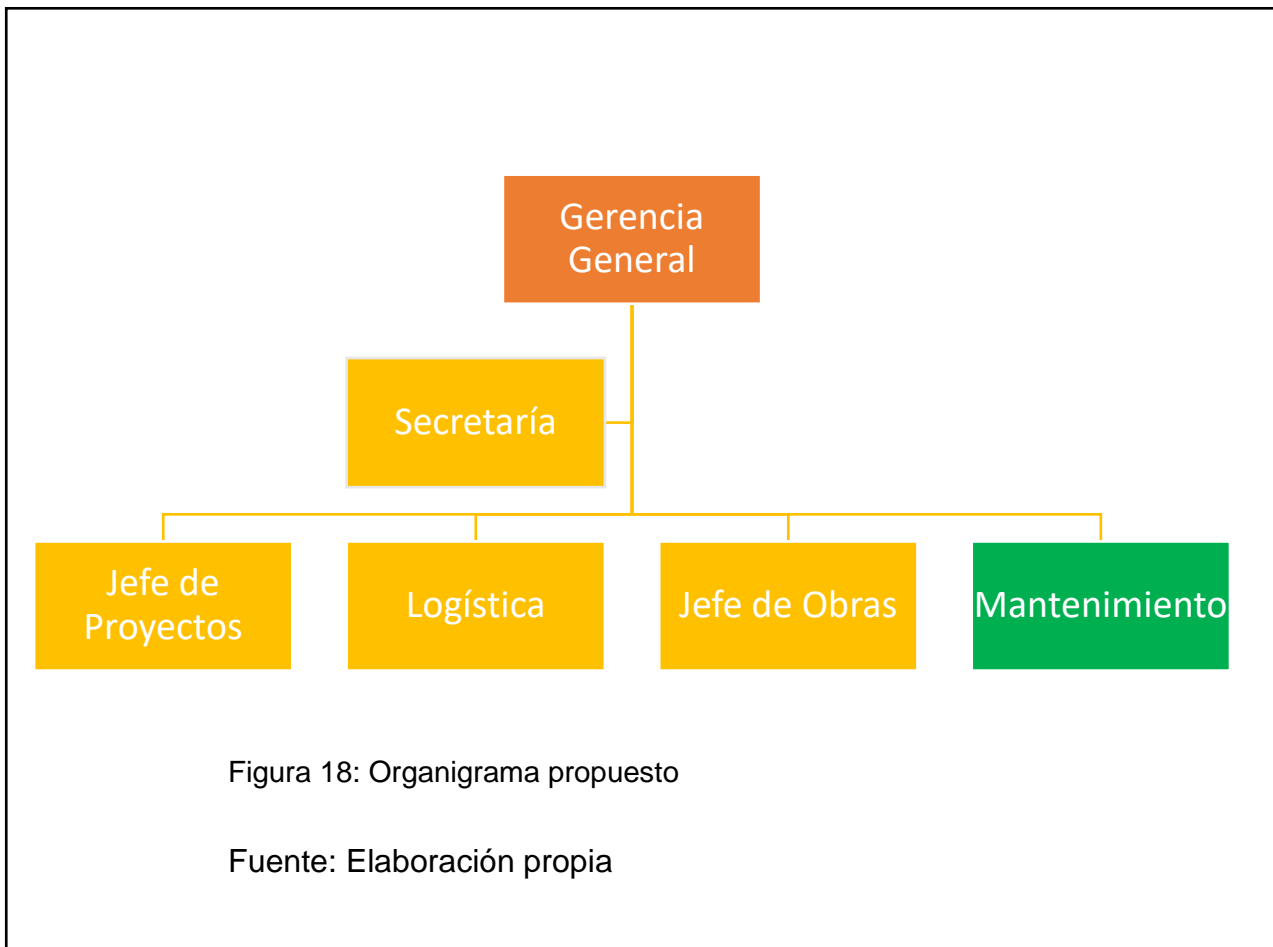
- ✓ Incrementar la disponibilidad de las máquinas.
- ✓ Disminuir los tiempos inoperativos de las máquinas.
- ✓ Reducir los costos por las fallas de las máquinas.
- ✓ Mantener las máquinas en estado operativo y contribuir con las fechas y plazos de entrega de obras.

## **9. Implementación de la Gestión de Mantenimiento**

La gestión de mantenimiento para la empresa constructora se basa en la metodología del PHVA según el siguiente esquema:



## 10. Organigrama



## 11. Funciones y responsabilidades

Entre las principales funciones y responsabilidades del Jefe de Mantenimiento tenemos:

- ✓ Cumplir con la política, principio y normas según lo establecido en el presente manual.
- ✓ Cumplir con los procedimientos establecidos en relación a la gestión de mantenimiento.
- ✓ Realizar reportes e informes a la Gerencia General.
- ✓ Coordinar y programar reuniones con el personal a cargo para evaluar situación y proponer mejoras.
- ✓ Coordinar los materiales necesarios para cumplir con los objetivos establecidos en el presente manual.
- ✓ Verificar el cumplimiento del presente manual.

- ✓ Realizar auditorías inopinables en relación a la ejecución del presente manual.
- ✓ Entre otras funciones y responsabilidades asignadas por la Gerencia General.

## **12. Procedimiento de la Gestión de Mantenimiento**

### **Procedimiento del mantenimiento preventivo**

#### **Objetivo:**

El presente procedimiento tiene como objetivo asegurar la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas y equipos que posee la empresa constructora con la finalidad de lograr y mantener en correcto funcionamiento y operatividad mediante la planificación y asignación de actividades relacionada al mantenimiento preventivo.

#### **Alcance:**

Todas las máquinas y equipos que posee la empresa. Para efecto de la presente investigación se presentará el programa de mantenimiento para el cargador frontal por ser una de la maquinas con la menor disponibilidad. Ver anexo N°04

#### **Política de operación:**

Es el área de mantenimiento el responsable directo de dar cumplimiento al presente procedimiento.

El jefe de mantenimiento coordinara con la Gerencia General la difusión del plan de mantenimiento a todo el personal de mantenimiento.

La verificación del cumplimiento del mantenimiento preventivo será responsabilidad directa entre el jefe de mantenimiento y de la Gerencia General, dicha revisión será semestralmente.

La verificación del mantenimiento se realizará según el manual de mantenimiento preventivo. (anexo 04)

### **13. Actividades de la Gestión de Mantenimiento**

Entre las actividades más resaltantes para la Gestión de Mantenimiento tenemos:

Programar reuniones con la gerencia para analizar estado actual de las máquinas.

Realizar inventario de todas las máquinas, equipos, herramientas y repuestos.

Analizar la criticidad actual de las máquinas.

### **14. Implementación y operación**

#### **Comunicación interna y capacitación:**

Para lograr la correcta implementación y puesta en marcha de la Gestión de Mantenimiento es necesario que se realice de manera oportuna y eficiente la comunicación tanto interna como la capacitación del personal involucrado tanto en la Gestión de Mantenimiento como el mantenimiento en sí, dando a conocer las políticas, objetivos y tareas a realizar. Se deberá determinar las necesidades en cuanto a materia de capacitación y asegura los recursos y medios necesario para la capacitación; de ser necesario su puede contratar los servicios de expertos.

#### **Documentación:**

La documentación generada en la Gestión de Mantenimiento será administrada, revisada y controlada por el Área de Mantenimiento con la supervisión de la Gerencia General. La aprobación y generación de dicha documentación será coordinación entre el Área de Mantenimiento y la



Gerencia de la empresa y contará con una numeración correlativa según el siguiente formato:

**MGM-EC-XX-00X**

Donde:

MGM: indica Manual de la Gestión de Mantenimiento

EC: siglas de la empresa “Empresa Constructora”

XX: Denominación del documento.

00X: numeración correlativa

**Control Operacional:**

El control operacional permite que se cumplan con los procedimientos establecidos y será mediante auditorias programadas e inopinadas.

**Verificación:**

Se realizará mediante el cálculo y seguimiento de los siguientes indicadores:

Actividad de mantenimiento = Horas-hombre para el mantenimiento / horas – hombre para la operación.

% de tiempo de parada = tiempo de parada por mantenimiento / tiempo total para la operación

Disponibilidad = horas disponibles del equipo / tiempo total para la operación.

**Registros:**

La empresa constructora mantendrá registro de todos los documentos actualizados que permitan organizar la información en cuanto a la Gestión de Mantenimiento

**Auditorias:**

Se realizarán auditorias programadas y no programadas ya sea por personal propio de la empresa o por terceros, con la finalidad de identificar las fortalezas y debilidades de la Gestión de Mantenimiento, cumplimiento de obligaciones y responsabilidades por parte de los trabajadores y medir si la Gestión de Mantenimiento es capaz de lograr los objetivos establecidos.

**3.3.4. Situación de la variable dependiente con la propuesta**

La propuesta se centra en mejorar la actual gestión de mantenimiento. La propuesta inicia con la mejora en cuanto al organigrama de la empresa, se ha creado el puesto para un jefe de Mantenimiento quien tendrá a cargo la conducción de la Gestión de Mantenimiento; así mismo se ha creado un programa de mantenimiento en una primera etapa para esta investigación para la máquina más crítica, la máquina que está muy por debajo del 98 % de disponibilidad como estándar deseado, nos referimos al cargador frontal 950 H. El programa de mantenimiento creado para esta máquina servirá de base para la creación de más programas de mantenimiento para el resto de máquinas; no se ha podido ampliar más por la dificultad en cuanto a la información por motivo de restricciones en cuanto al ingreso y entrega de información por parte de la empresa por la coyuntura que se vive a nivel mundial.

La presente investigación se plantea como meta mejorar nuestro indicador de disponibilidad en un 95% para el primer año de operaciones, mantener o incrementar en los siguientes años; para lograr dicho resultado

la gestión de mantenimiento tendría que mejorar en un 30 % como esfuerzo mínimo.

Con nuestra meta establecida nuestro indicador de disponibilidad quedaría como se muestra en la tabla N°22.

Tabla 15: Número de fallas por maquinas proyectadas para el año 2020

Maquina	Código	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Retroexcavadora	R160-C430D-01	0	2	1	1	0	1	5
Retroexcavadora	R160-C420F-02	1	0	1	0	1	1	4
Volquete	V160-VFMX440-01	0	1	1	0	0	1	3
Volquete	V160-VFMX480-02	0	0	1	0	1	0	2
Volquete	V160-VFMX480-03	1	0	0	1	0	0	2
Cargador Frontal	CF160-C950H -01	1	1	1	2	1	1	7
Cargador Frontal	CF160-C950H -02	1	1	1	1	1	1	6
Compactadores de suelo	CS160-C533E-01	0	1	0	0	1	0	2
Camión cisterna	CC160-MB3336K-01	0	0	1	0	1	0	2
Motoniveladora	M160-C140K-01	0	1	0	0	1	0	2
Total								35

Fuente: elaboración propia

Tabla 16: Tiempo en horas para la reparación o para la restauración de las maquinas (TTR) año 2020

Maquina	Código	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Retroexcavadora	R160-C430D-01	0	17.01	6.02	7.84	0	10.36	41.23
Retroexcavadora	R160-C420F-02	4.2	0	11.55	0	5.74	3.43	24.92
Volquete	V160-VFMX440-01	0	3.36	8.4	0	0	2.45	14.21
Volquete	V160-VFMX480-02	0	0	5.6	0	2.8	0	8.40
Volquete	V160-VFMX480-03	4.48	0	0	1.96	0	0	6.44
Cargador Frontal	CF160-C950H -01	7.7	2.45	11.9	16.8	9.59	5.6	54.04
Cargador Frontal	CF160-C950H -02	11.2	6.58	4.62	10.5	12.46	4.27	49.63
Compactadores de suelo	CS160-C533E-01	0	6.44	0	0	4.69	0	11.13
Camión cisterna	CC160-MB3336K-01	0	0	3.57	0	2.8	0	6.37
Motoniveladora	M160-C140K-01	0	4.2	0	0	3.85	0	8.05
Total de horas								224.42

Fuente: elaboración propia

Tabla 17: Tiempo total programado para producir en horas

Días laborables por mes		26	26	25	26	25	25	Total
Maquina	Código	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Retroexcavadora	R160-C430D-01	208	208	200	208	200	200	1224
Retroexcavadora	R160-C420F-02	208	208	200	208	200	200	1224
Volquete	V160-VFMX440-01	208	208	200	208	200	200	1224
Volquete	V160-VFMX480-02	208	208	200	208	200	200	1224
Volquete	V160-VFMX480-03	208	208	200	208	200	200	1224
Cargador Frontal	CF160-C950H -01	208	208	200	208	200	200	1224
Cargador Frontal	CF160-C950H -02	208	208	200	208	200	200	1224
Compactadores de suelo	CS160-C533E-01	208	208	200	208	200	200	1224
Camión cisterna	CC160-MB3336K-01	208	208	200	208	200	200	1224
Motoniveladora	M160-C140K-01	208	208	200	208	200	200	1224
Total								12240

Fuente: elaboración propia

Tabla 18: Tiempo total de operación por máquina (TTO)

Maquina	Código	Tiempo total programado para producir en horas	Tiempo para restaurar (TTR)	Tiempo total de operación (TTO)
Retroexcavadora	R160-C430D-01	1224	41.23	1182.77
Retroexcavadora	R160-C420F-02	1224	24.92	1199.08
Volquete	V160-VFMX440-01	1224	14.21	1209.79
Volquete	V160-VFMX480-02	1224	8.40	1215.60
Volquete	V160-VFMX480-03	1224	6.44	1217.56
Cargador Frontal	CF160-C950H -01	1224	54.04	1169.96
Cargador Frontal	CF160-C950H -02	1224	49.63	1174.37
Compactadores de suelo	CS160-C533E-01	1224	11.13	1212.87
Camión cisterna	CC160-MB3336K-01	1224	6.37	1217.63
Motoniveladora	M160-C140K-01	1224	8.05	1215.95
Total				12015.58

Fuente: elaboración propia

Tabla 19: Tiempo medio para restaurar por maquina en horas (MTTR)

Maquina	Código	Tiempo para restaurar (TTR)	Numero de fallas	Tiempo medio para restaurar (MTTR)
Retroexcavadora	R160-C430D-01	41.23	5	8.25
Retroexcavadora	R160-C420F-02	24.92	4	6.23
Volquete	V160-VFMX440-01	14.21	3	4.74
Volquete	V160-VFMX480-02	8.40	2	4.20
Volquete	V160-VFMX480-03	6.44	2	3.22
Cargador Frontal	CF160-C950H -01	54.04	7	7.72
Cargador Frontal	CF160-C950H -02	49.63	6	8.27
Compactadores de suelo	CS160-C533E-01	11.13	2	5.57
Camión cisterna	CC160-MB3336K-01	6.37	2	3.19
Motoniveladora	M160-C140K-01	8.05	2	4.03
	Promedio			5.54

Fuente: elaboración propia

Tabla 20: Tiempo medio entre falla en horas (MTBF)

Maquina	Código	Tiempo total de operación (TTO)	Numero de fallas	Tiempo medio entre falla (MTBF)
Retroexcavadora	R160-C430D-01	1182.77	5	236.55
Retroexcavadora	R160-C420F-02	1199.08	4	299.77
Volquete	V160-VFMX440-01	1209.79	3	403.26
Volquete	V160-VFMX480-02	1215.60	2	607.80
Volquete	V160-VFMX480-03	1217.56	2	608.78
Cargador Frontal	CF160-C950H -01	1169.96	7	167.14
Cargador Frontal	CF160-C950H -02	1174.37	6	195.73
Compactadores de suelo	CS160-C533E-01	1212.87	2	606.44
Camión cisterna	CC160-MB3336K-01	1217.63	2	608.82
Motoniveladora	M160-C140K-01	1215.95	2	607.98
	Promedio			434.23

Fuente: elaboración propia

Tabla 21: Indicador de confiabilidad

Maquina	Código	Tiempo total programado para producir	Tiempo total de operación (TTO)	Confiabilidad
Retroexcavadora	R160-C430D-01	1224	1182.8	96.63%
Retroexcavadora	R160-C420F-02	1224	1199.1	97.96%
Volquete	V160-VFMX440-01	1224	1209.8	98.84%
Volquete	V160-VFMX480-02	1224	1215.6	99.31%
Volquete	V160-VFMX480-03	1224	1217.6	99.47%
Cargador Frontal	CF160-C950H -01	1224	1170.0	95.58%
Cargador Frontal	CF160-C950H -02	1224	1174.4	95.95%
Compactadores de suelo	CS160-C533E-01	1224	1212.9	99.09%
Camión cisterna	CC160-MB3336K-01	1224	1217.6	99.48%
Motoniveladora	M160-C140K-01	1224	1216.0	99.34%
Promedio				98.17%

Fuente: elaboración propia

Tabla 22: Mantenibilidad de las máquinas

Maquina	Código	Tiempo para restaurar (TTR)	Numero de fallas	Mantenibilidad (MTTR)
Retroexcavadora	R160-C430D-01	41.23	5	8.25
Retroexcavadora	R160-C420F-02	24.92	4	6.23
Volquete	V160-VFMX440-01	14.21	3	4.74
Volquete	V160-VFMX480-02	8.40	2	4.20
Volquete	V160-VFMX480-03	6.44	2	3.22
Cargador Frontal	CF160-C950H -01	54.04	7	7.72
Cargador Frontal	CF160-C950H -02	49.63	6	8.27
Compactadores de suelo	CS160-C533E-01	11.13	2	5.57
Camión cisterna	CC160-MB3336K-01	6.37	2	3.19
Motoniveladora	M160-C140K-01	8.05	2	4.03
Promedio				5.54

Fuente: elaboración propia

Tabla 23: Disponibilidad de las maquinas

Maquina	Código	Tiempo medio entre falla (MTBF)	Tiempo medio para restaurar	Disponibilidad
Retroexcavadora	R160-C430D-01	236.6	8.25	96.63%
Retroexcavadora	R160-C420F-02	299.8	6.23	97.96%
Volquete	V160-VFMX440-01	403.3	4.74	98.84%
Volquete	V160-VFMX480-02	607.8	4.20	99.31%
Volquete	V160-VFMX480-03	608.8	3.22	99.47%
Cargador Frontal	CF160-C950H -01	167.1	7.72	95.58%
Cargador Frontal	CF160-C950H -02	195.7	8.27	95.95%
Compactadores de suelo	CS160-C533E-01	606.4	5.57	99.09%
Camión cisterna	CC160-MB3336K-01	608.8	3.19	99.48%
Motoniveladora	M160-C140K-01	608.0	4.03	99.34%
	Promedio			98.17%

Fuente: elaboración propia

Comparación entre la disponibilidad actual de las máquinas y la disponibilidad proyectada al 2020

Disponibilidad actual: 97.38 %

Disponibilidad proyectada: 98.17 %

El incremento porcentual del indicador de disponibilidad sería:

$$\text{Incremento porcentual}\% = \frac{(98.17 - 97.38)}{97.38}$$

0.81%

### 3.3.5. Análisis beneficio/costo de la propuesta

Para la determinación del beneficio costo se realizó un análisis respecto de los costos que se generaron debido a la deficiente gestión de mantenimiento durante los meses de julio a diciembre del 2019. Los sobre costos más representativos que se generaron fueron los costos de mano de obra, alimentación, hospedaje, gasto en combustible, incremento en la compra de repuestos, y alquiler de maquinaria, dichos costos se generaron porque las obras tuvieron retrasos no se culminaban en el tiempo establecido lo que generaba que el personal se quede más tiempo en obra, así mismo también se tenía que alquilar maquinaria para poder avanzar y culminar con la obra.

Tabla 24: Costos generados por la deficiente gestión de mantenimiento

Mes	Nro de fallas	Alimentacion	Hospedaje	Combustible	Repuestos	Alquiler maquinaria	Total
Julio	4	1200	800	120	3780	6680	S/12,580.00
Agosto	9	1900	1100	370	1540	3245	S/ 8,155.00
Setiembre	9	1700	900	460	3540	6700	S/13,300.00
Octubre	7	1100	500	270	2050	2300	S/ 6,220.00
Noviembre	8	900	450	180	4300	3600	S/ 9,430.00
Diciembre	6	1300	1000	300	900	4800	S/ 8,300.00
					Promedio mensual		S/ 9,664.17

Fuente: elaboración propia

En cuanto al costo de la implementación se ha considerado el costo por la implantación y por la contratación de ingeniero mecánico que estaría a cargo de la conducción de la nueva gestión de mantenimiento, teniendo en cuenta que dicho ingeniero no solo se va a dedicar la dicha gestión sino también a otras que serán dadas por la gerencia, sin embargo, para efectos de cálculo se ha considerado su sueldo como monto total asignado a la nueva gestión de mantenimiento.



Tabla 25: Costos estimados para la implementación de la Gestión de Mantenimiento

Detalle	Monto en soles	Meses	Costo por mes
Costo por la implementacion	8000	3	S/2,666.67
Contratacion del jefe de mantenimiento			S/2,800.00
		Total	S/5,466.67

Fuente: elaboración propia

Beneficio costo:

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} = \frac{9664.17}{5466.67} = 1.77$$

Por cada sol que se gastaría en la implementación de la Gestión de Mantenimiento la empresa se beneficiaría en 0.77 soles.

**CAPÍTULO IV:**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### 4.1.- Conclusiones

- a. Se analizó la situación actual de la empresa mediante herramientas como FODA, Ishikawa así con instrumentos como guía de entrevista y cuestionario y se llegó a la conclusión que lo que está afectando a la disponibilidad de las máquinas es la deficiente gestión de mantenimiento actual, no existe una persona asignada para gestionar dicha función, no existe control mediante indicadores de mantenimiento, no hay plan detallado sobre mantenimiento ni un programa y no se realiza un análisis de la criticidad de los equipos y sistemas de cada máquina.
- b. Se determinó que la máquina más crítica es el cargador frontal teniendo una disponibilidad actual más baja de 93.69 %; en tiempo medio entre falla en promedio de todas las maquinas es de 408.73 horas, el tiempo medio para restaurar es de 6.75 horas y la disponibilidad promedio de todos las maquinas es de 97.38 % lo que demuestra que estamos muy por debajo del estándar deseado del 98 %.
- c. En base a los resultados obtenidos se estableció que es necesario la creación de un puesto de trabajo que se encargue de la gestión de mantenimiento, así mismo de la implementación de indicadores de control definición de procedimiento y el programa de mantenimiento.
- d. En cuanto al beneficio costo que se obtuvo fue de 1.77 lo cual indica que por cada sol invertido la empresa se estaría beneficiando en 0.77 soles.

## 4.2.- Recomendaciones

- a. Se recomienda aplicar el mismo procedimiento a otras máquinas cuya disponibilidad sea menor al 98 % en base a los resultados obtenidos.
- b. La gerencia debe de monitorear el cumplimiento del nuevo programa de mantenimiento y establecer fechas para auditorías internas.
- c. Capacitar al personal relacionado en cuanto a la gestión de mantenimiento para dar a conocer los nuevos procedimientos establecidos.
- d. La gerencia debe establecer reuniones con las áreas relacionados como logística, operación y mantenimiento a fin de coordinar actividades relacionadas a la gestión propia de mantenimiento como planeación de las obras a ejecutar, programación de las compras por parte de logística en cuanto a materiales y repuestos sea necesario.

## REFERENCIAS

- Aguilera Moreno, M., y Segura Reyes, J. (2017). *Aplicación de la metodología Six Sigma para aumentar la disponibilidad en el área de sellado de una empresa de plásticos* [tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio Dspace. <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/40223/D-CD88494.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
- Alban Salazar, N. E. (2017). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad de las maquinarias en la empresa Construcciones Reyes S.R.L. para incrementar la productividad* [tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio DSpace. [http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/20.500.12423/798/TL\\_AlbanSalazarNery.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/20.500.12423/798/TL_AlbanSalazarNery.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la Investigación (3ª edición)*. Pearson.
- Bucay Valdiviezo, J. C., y Carrillo Albán, M. E. (2018). *Optimización de la gestión de mantenimiento basado en la disponibilidad operacional de equipos en la planta de pintura de la empresa Ciauto* [tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio DSpace. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/9825/1/25T00333.pdf>
- Castillo Blasco, L. (2005). *Análisis Documental*. Universidad de Valencia. <https://www.uv.es/macass/T5.pdf>
- Dynamox. (2019). *Fallas mecánicas comunes y manera de prevenirlas*. Consultado el 29 de abril de 2020. <https://dynamox.net/es/fallas-mecanicas-comunes-y-maneras-de-prevenir-las/>
- García Garrido, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Ediciones Diaz de Santos.
- Gestión Estratégica y Operativa: GERENS. (2018, 29 de noviembre). *El pasado y el futuro de la gestión de mantenimiento industrial*. Consultado el 30 de abril de 2020. <https://gerens.pe/blog/pasado-futuro-gestion-mantenimiento/>

- Guevara Gamarra, C. E. (2019). *Propuesta de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad en la empresa CGW Plastic S.A.C. para la reducción de costos por parada de máquina. Productividad*. [tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio DSpace.  
[http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/20.500.12423/2169/TL\\_GuevaraGamarraCesar.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/20.500.12423/2169/TL_GuevaraGamarraCesar.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Mayorca Alvarado, R. (2019). *Propuesta de mejora de la disponibilidad de maquinaria pesada en una pyme utilizando el RCM* [tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio académico UPC.  
[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625619/MAYORCA\\_A.R..pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625619/MAYORCA_A.R..pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Mora Gutiérrez, A. (2009). *Mantenimeinto: Planeación, ejecución y control*. Alfaomega Grupo Editor.
- Noreña, A. L., Alcaraz-Moreno, N., Rojas, J. y Rebolledo-Malpica, D. (2012). *Aplicabilidad de los criterios de rigor y éticos en la investigación cualitativa*.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/aqui/v12n3/v12n3a06.pdf>
- Pacheco Bado, L. F. (2018). *Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en RCM para la reducción de fallas de la maquinaria de la empresa Hydro Pátapo S.A.C.* [tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio DSpace. <http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12423/1353>.
- Ramos Sparrow, J. O. (2017). *Aumento de la disponibilidad mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a las maquinarias de la empresa Atlanta Metal Drill S.A.C.* [tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio DSpace. <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10142/Ramos%20Sparrow%2c%20Julio%20Oswaldo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reliability Web. (2019). *Proyecto de confiabilidad operacional para las máquinas y equipos en la etapa de explotación*. Consultado el 3 de mayo de 2020.  
<https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/proyecto-de-confiabilidad-operacional-para-las-maquinas-y-equipos-en-la-eta>

- Revista de Ingeniería de Mantenimiento y Gestión de Activos y Productividad. (2020, 28 de abril). *El Mantenimiento y su influencia en la Productividad Industrial*. Consultado el 3 de mayo de 2020. <https://www.revistaimg.com/el-mantenimiento-y-su-influencia-en-la-productividad-industrial/>
- Revista IMG. *Ingeniería de Mantenimiento como mejora en la eficiencia industrial*. Consultado el 30 de abril de 2020. <https://www.revistaimg.com/ingenieria-de-mantenimiento-como-mejora-en-la-eficiencia-industrial/>
- Riba Romeva, C. (2002). *Diseño concurrente*. Editorial UPC. <https://books.google.com.pe/books?id=leaPng4UWdgC&pg=PA199&dq=disponibilidad+de+maquinas&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjzMrqILrpAhVEA9QKHQWBS8Q6AEILjAB#v=onepage&q=disponibilidad%20de%20maquinas&f=false>
- Rodriguez, E. (2005). *Metodología de la investigación*. Colección Hector Merino.
- Seguas S.L. (2020). *La importancia del mantenimiento en instalaciones industriales*. Consultado el 28 de abril de 2020. <https://www.seguas.com/la-importancia-del-mantenimiento-en-instalaciones-industriales/>
- Ticlavilca Rauz, J. (2016). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad mecánica del equipo ALPHA20 de la empresa Robocon SAC*. [tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú.]. Repositorio UNCP. <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3657/Ticlavilca%20Rauz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Toro, I., y Parra, R. (2006). *Metodología de la Investigación*. Universidad EAFIT.
- Tunaroza, A., Martinez, A., Avila, E., Bolivar, D., Matos, G., Bravo, E., Bermudes, J.; Galindez, J.; Rodriguez, M.; Torres, M.; Fernandez, N. (2015). *Bienes y Servicios: Mantenimiento*. Universidad Gran Mariscal de Ayacucho. <https://es.calameo.com/read/00234767139987acb6d9f>

## ANEXOS

### Anexo 01

#### Guía de preguntas para entrevista

Buenas tardes queremos agradecerle el tiempo que nos ha brindado para poder realizar esta entrevista. Nuestro tema de tesis es “Gestión de Mantenimiento para Incrementar la Disponibilidad de las Máquinas de una Empresa Constructora – 2020”. También se cree que los comentarios e información que nos proporcionará serían muy valiosos para nuestro proyecto de tesis que vamos a realizar, así como tener una visión del futuro del sector.

Nombre.....

Profesión: .....

Cargo: .....

Fecha de entrevista: ..... Lugar: ..... Hora: .....

1. ¿Cómo planifica o gestiona su mantenimiento en la actualidad?

---

---

2. ¿Tienen procesos definidos y documentados en relación a la gestión de mantenimiento?

---

---

3. ¿Cuenta la empresa con una planificación o cronograma de actividades en relación al mantenimiento de las máquinas y equipos?

---

---

4. ¿El mantenimiento de sus máquinas o equipo lo realiza con personal propio o subcontrata como un servicio?

---

---

5. ¿Manejan indicadores sobre gestión de mantenimiento en la empresa?

---

---



6. ¿Considera que la disponibilidad de sus máquinas y equipos no es el adecuado o está por debajo de un estándar deseado?

---

---

7. ¿Cuál cree que sea la razón por la cual las máquinas y equipos tienen una baja disponibilidad?

---

---

8. ¿Qué se podría hacer para mejorar la disponibilidad de las máquinas y equipos de la empresa?

---

---

*Gracias por su tiempo*

## Anexo 02:

### Cuestionario

Estimados colaboradores, se pide unos minutos de su tiempo para responder el siguiente cuestionario; dicho cuestionario tiene como finalidad contribuir con el desarrollo de nuestra tesis titulada “Gestión de Mantenimiento para Incrementar la Disponibilidad de las Máquinas de una Empresa Constructora – 2020”, por lo que se le pide que su respuesta sea lo más objetiva posible.

#### Instructivo:

Lea detenidamente los aspectos que se le pregunten y coloque un aspa donde crea conveniente

- Totalmente en desacuerdo = 1
- En desacuerdo = 2
- Ni en desacuerdo, ni en de acuerdo = 3
- De acuerdo = 4
- Totalmente de acuerdo = 5

N°	Pregunta	1	2	3	4	5
1	¿Considera que las fallas constantes de las máquinas y equipos está afectando a la operatividad de la empresa?					
2	¿Considera que las fallas constantes de las máquinas y equipos es porque no hay un plan de mantenimiento?					
3	¿Cree usted que la falta de orden y limpieza afecta al mantenimiento de las máquinas y equipos?					
4	¿Considera usted que en la empresa no se le da mucha importancia al mantenimiento de las máquinas y equipos?					

5	¿Considera usted que los repuestos utilizados en el mantenimiento de máquinas y equipos no están siempre disponibles y demoran en comprar?					
6	¿Cree usted que en la empresa se cumple la frase “que se malogre para recién reparar”?					
7	¿Considera usted que si todo el personal fuera capacitado en un programa de mantenimiento mejorar el estado actual del mantenimiento en la empresa?					
8	¿Cree usted que alguna vez a puesto en peligro su integridad física por el estado actual de las máquinas y equipos?					
9	¿Considera usted que los repuestos utilizados en el mantenimiento de máquinas no son de buena calidad y rápido se malogran?					
10	¿Cree usted que la disponibilidad actual de las máquinas y equipos es muy baja?					

*Gracias por contribuir con la investigación.*

Anexo 03. Fichas de opinión de expertos

Universidad Señor de Sipán  
**Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial**  
**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

**Apellidos y nombres del experto:** Romero Yep José

**Grado Académico:** Magister

**Cargo e Institución:** Instructor en Agroindustria del SENATI – Zonal Lambayeque

**Nombre del instrumento a validar:** Entrevista

**Autores del instrumento:** Cardozo Bocanegra Gloria Nicolle y Cornejo Diaz Americo Gianpiere

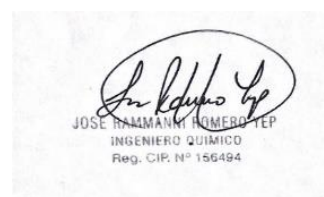
**Título del Proyecto de Tesis:** “Gestión de Mantenimiento para Incrementar la Disponibilidad de las Máquinas de una Empresa Constructora, Chiclayo - 2020”.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				<b>16</b>
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems			<b>15</b>	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables			<b>15</b>	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				<b>16</b>
Viabilidad	Es viable su aplicación				<b>16</b>

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) 16

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) MUY BUENO



**Observaciones**.....

**Fecha: 03/07/2020**

Universidad Señor de Sipán

**Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial**

**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

**Apellidos y nombres del experto:** Orrego Rivadeneira Eduardo

**Grado Académico:** Magister

**Cargo e Institución:** Instructor en Administración Industrial del SENATI – Zonal Lambayeque

**Nombre del instrumento a validar:** Entrevista

**Autores del instrumento:** Cardozo Bocanegra Gloria Nicolle y Cornejo Diaz Americo Gianpiere

**Título del Proyecto de Tesis:** “Gestión de Mantenimiento para Incrementar la Disponibilidad de las Máquinas de una Empresa Constructora, Chiclayo - 2020”.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente De 0 a 5	Regular De 6 a 10	Bueno De 11 a 15	Muy bueno De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				16
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				16
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables			15	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				16
Viabilidad	Es viable su aplicación				16

**Valoración**


Puntaje: (De 0 a 20) 16

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) MUY BUENO

**Observaciones**

.....

**Fecha: 03/07/2020**

  
EDUARDO ORREGO RIVADENEIRA  
INGENIERO INDUSTRIAL  
NOJ. CIP. 174506

Universidad Señor de Sipán

**Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial**

**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

**Apellidos y nombres del experto:** Carrascal Sánchez Jenner

**Grado Académico:** Mg. En Administración

**Cargo e Institución:** Coordinador del Programa de Administradores Industriales del SENATI – Zonal Lambayeque

**Nombre del instrumento a validar:** Entrevista

**Autores del instrumento:** Cardozo Bocanegra Gloria Nicolle y Cornejo Diaz Americo Gianpiere

**Título del Proyecto de Tesis:** “Gestión de Mantenimiento para Incrementar la Disponibilidad de las Máquinas de una Empresa Constructora, Chiclayo - 2020”.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				<b>16</b>
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				<b>16</b>
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				<b>16</b>
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				<b>16</b>
Viabilidad	Es viable su aplicación				<b>16</b>

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) 16

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) MUY BUENO

**Observaciones**



JENNER CARRASCAL SÁNCHEZ  
INGENIERO INDUSTRIAL  
Reg. CIP 173201

.....  
**Fecha: 02/07/2020**

Universidad Señor de Sipán  
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

**Apellidos y nombres del experto:** Romero Yep José

**Grado Académico:** Magister

**Cargo e Institución:** Instructor en Agroindustria del SENATI – Zonal Lambayeque

**Nombre del instrumento a validar:** Cuestionario

**Autores del instrumento:** Cardozo Bocanegra Gloria Nicolle y Cornejo Diaz Americo Geampier

**Título del Proyecto de Tesis:** “Gestión de Mantenimiento para Incrementar la Disponibilidad de las Máquinas de una Empresa Constructora – 2020”.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				<b>16</b>
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems			<b>15</b>	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				<b>16</b>
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere			<b>15</b>	
Viabilidad	Es viable su aplicación			<b>15</b>	

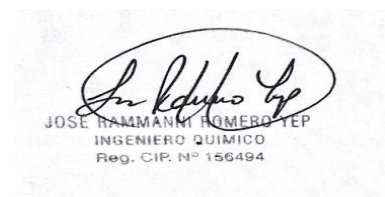
**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) 15

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) BUENO

**Observaciones**

.....



**Fecha: 03/07/2020**

Universidad Señor de Sipán  
**Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial**  
**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

**Apellidos y nombres del experto:** Orrego Rivadeneira Eduardo

**Grado Académico:** Magister

**Cargo e Institución:** Instructor en Administración Industrial del SENATI  
 – Zonal Lambayeque

**Nombre del instrumento a validar:** Cuestionario

**Autores del instrumento:** Cardozo Bocanegra Gloria Nicolle y Cornejo  
 Diaz Americo Geampier

**Título del Proyecto de Tesis:** “Gestión de Mantenimiento para  
 Incrementar la Disponibilidad de las Máquinas de una Empresa  
 Constructora – 2020”.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				<b>16</b>
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems			<b>15</b>	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				<b>16</b>
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				<b>16</b>
Viabilidad	Es viable su aplicación			<b>15</b>	

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) 16

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) MUY BUENO

**Observaciones**

.....

**Fecha: 03/07/2020**

EDUARDO ORREGO RIVADENEIRA  
 INGENIERO INDUSTRIAL  
 REG. CIP. 174506



Universidad Señor de Sipán  
**Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial**  
**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

**Apellidos y nombres del experto:** Carrascal Sánchez Jenner

**Grado Académico:** Mg. En Administración

**Cargo e Institución:** Coordinador del Programa de Administradores Industriales del SENATI – Zonal Lambayeque

**Nombre del instrumento a validar:** Cuestionario

**Autores del instrumento:** Cardozo Bocanegra Gloria Nicolle y Cornejo Diaz Americo Geampier

**Título del Proyecto de Tesis:** “Gestión de Mantenimiento para Incrementar la Disponibilidad de las Máquinas de una Empresa Constructora – 2020”.

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				<b>16</b>
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				<b>16</b>
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				<b>16</b>
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				<b>16</b>
Viabilidad	Es viable su aplicación			<b>15</b>	

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) 16

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) MUY BUENO



**JENNER CARRASCAL SÁNCHEZ**  
 INGENIERO INDUSTRIAL  
 Reg. CIP 173201

**Observaciones**.....

**Fecha: 02/07/2020**

## **Programa de mantenimiento del Cargador Frontal**

### **FICHA DE EQUIPO:**

**CÓDIGO DEL EQUIPO Y DESCRIPCIÓN:** CF160-C950H -01

**MODELO:** Cargador frontal 950 H

**MARCA:** Caterpillar

El modelo 950H permite obtener un rendimiento comprobable al obtenido en la mayoría de las aplicaciones más exigentes. Esta máquina ofrece una inigualable eficiencia y comodidad para el operador en una cabina de clase mundial. Los nuevos cucharones de la Serie de rendimiento reducen los tiempos de excavación y permiten obtener mayores factores de llenado y mejor retención de material para incrementar la productividad y reducir el consumo de combustible. El revolucionario sistema electrohidráulico (EH) proporciona una operación con la punta de los dedos y de bajo esfuerzo de los controles de elevación, de inclinación de la herramienta auxiliar. La fiabilidad, durabilidad y versatilidad del modelo 950H se reflejan en una máquina con mejor construcción para satisfacer sus necesidades.

### **DATOS GENERALES:**

#### **Motor:**

Potencia neta - ISO 9249 147.0 kW

Modelo de motor C7 ACERT™ Cat®

Potencia neta - 80/1269/EEC 147.0 kW

Potencia al volante 147.0 kW

Potencia bruta SAE J1995 162.0 kW

Potencia neta - SAE J1349 145.0 kW

Par máximo (neto) a 1.400 rpm 907.0 N·m

Calibre 110.0 mm

Carrera 127.0 mm

Cilindrada 7.2 L

#### **PESOS**

Peso en orden de trabajo 18338.0 kg

#### **CUCHARONES**

Capacidades de los cucharones 2,5-3,5 m<sup>3</sup> 3,25-4,5 yd<sup>3</sup>

Capacidad máx. del cucharón 3.5 m<sup>3</sup>  
Ancho del cucharón 2927.0 mm  
Capacidad - Cucharón de referencia 3.1 m<sup>3</sup>  
Tipo - Cucharón de referencia Uso general  
Fuerza de desprendimiento del cucharón de referencia 165.0 kN

### **ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN**

Altura de descarga 2.922 m  
Fuerza de desprendimiento 165.0 kN  
Carga límite de equilibrio estático, a pleno giro - Cucharón 10915.0 kg  
Carga límite de equilibrio estático, a pleno giro - horquillas 4273.0 kg

### **TRANSMISIÓN**

Avance 1 6.9 km/h  
Avance 2 12.7 km/h  
Avance 3 22.3 km/h  
Avance 4 37.0 km/h  
Retroceso 1 7.6 km/h  
Retroceso 2 13.9 km/h  
Retroceso 3 24.5 km/h  
Retroceso 4 40.0 km/h

### **SISTEMA HIDRÁULICO**

Sistema de cucharón/herramienta - Salida de la bomba 270.0 L/min  
Tipo de bomba del sistema de la dirección De pistones  
Tiempo de ciclo hidráulico - Subir 6.2 Segundos  
Tiempo de ciclo hidráulico - Descargar 1.3 Segundos  
Tiempo de ciclo hidráulico - Bajar, vacío, descenso libre 2.5 Segundos  
Tiempo de ciclo hidráulico - Total 10.0 Segundos

### **EJES**

Delantero Parte delantera fija  
Trasero Oscilantes +/- 13°  
Subida y bajadas máximas de una sola rueda 470.0 mm

### **CABINA**

Estructuras ROPS / FOPS Cumple con las normas SAE e ISO.

### **CAPACIDADES DE LLENADO**

Tanque de combustible - Estándar	314.0 L
Sistema de enfriamiento	42.0 L
Cárter	30.0 L
Transmisión	34.0 L
Diferenciales y mandos finales - delanteros	36.0 L
Diferenciales y mandos finales - traseros	36.0 L
Tanque hidráulico	110.0 L

## **DIMENSIONES**

Altura hasta la parte de arriba de la estructura ROPS	3444.3 mm
Altura hasta la parte superior del tubo de escape	3369.0 mm
Altura hasta la parte superior del capó	2462.0 mm
Espacio libre sobre el suelo	412.0 mm
Altura de pasador B - estándar	3992.0 mm
Altura de pasador B - levantamiento alto	4490.0 mm
Desde la línea de centro del eje trasero hasta el extremo del contrapeso	1955.0 mm
Distancia entre los ejes	3350.0 mm
Altura de pasador B en transporte – estándar	455.0 mm
Altura de pasador B en transporte - levantamiento alto	591.0 mm
Desde la línea de centro del eje trasero hasta el enganche	1675.0 mm
Inclinación hacia atrás a levantamiento máximo	59.5 Grados
Ángulo de descarga a altura máxima de levantamiento	48.2 Grados
Inclinación hacia atrás en transporte	45.0 Grados
Inclinación hacia atrás en el suelo	38.5 Grados
Altura hasta la línea de centro del eje	748.0 mm

## **CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:**

### **FIABILIDAD:**

- Componentes y tecnología de funcionamiento demostrado proporcionan alta fiabilidad.
- Sistemas electrónicos que supervisan los componentes vitales de la máquina.
- Excelente disponibilidad del equipo gracias a la mejor red de respaldo del distribuidor de la industria.

- Disponibilidad sin paralelo de piezas originales Cat.

#### **DURABILIDAD:**

- La tecnología ACERT™ mantiene el rendimiento, la eficiencia y la durabilidad del motor a la vez que reduce las emisiones.
- Los componentes de servicio pesado resisten todas las condiciones de operación.
- Estructuras macizas fuertes fabricadas para durar.

#### **PRODUCTIVIDAD:**

- El sistema hidráulico es fácil de controlar con poco esfuerzo.
- Máxima eficiencia de combustible y flexibilidad a velocidades en vacío.
- Potencia uniforme sean cuales sean las condiciones.
- Características estándar y optativa que aumentan la productividad al máximo.

#### **VERSATILIDAD:**

- Configuraciones especiales de la máquina procedentes de fábrica.
- Acoplador rápido y variedad de cucharones y herramientas para muchas aplicaciones.

#### **COMODIDAD PARA EL OPERADOR:**

- Operación cómoda.
- Excelente visibilidad.
- Entrada y salida fáciles.
- Vibración controlada.
- Opción de sistemas de dirección.

#### **FACILIDAD DE SERVICIO:**

- Puntos de servicio y mirillas agrupados para facilitar el mantenimiento diario.
- Acceso conveniente al compartimiento de motor para lograr un servicio excelente.
- Parrilla abatible hacia afuera y núcleos de enfriamiento para facilitar la limpieza.

- Sistemas electrónicos para supervisar el estado del producto.

### **NIVEL DE CRITICIDAD**

El uso del análisis de criticidad permitirá la toma de decisiones acertadas. Adicionalmente se encuentran otros beneficios como es el de redireccionar el presupuesto en elementos de mayor criticidad de la maquinaria (cargador frontal).

El presente estudio de criticidad enfocado en los elementos pertenecientes a los sistemas que conforman al cargador frontal Caterpillar permitirán tener plenamente establecido cuales sistemas son más críticos, se podrá establecer de una manera más eficiente la priorización de los programas y planes de mantenimiento de tipo preventivo, correctivo, e inclusive posibles rediseños al nivel de procedimientos y modificaciones menores; también permitirá establecer la prioridad para la programación y ejecución de órdenes de trabajo (plan de mantenimiento).

A continuación, se muestra el nivel de criticidad de los equipos:

<b>INTERVALO</b>	<b>SEVERIDAD</b>
(1 - 9)	POCO CRÍTICO
(10 - 15)	SEMI - CRÍTICO
(16 - 20)	CRÍTICO

ANEXO 4: ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS DE CADA SISTEMA

TABLA DE CRITICIDAD CARGADOR FRONTAL CATERPILLAR																												
EQUIPOS PUESTOS EN MARCHA N°1			Efecto Sobre el Servicio que Proporciona			Valor Técnico Económico			La Falla Afecta						Dependencia Logística		Confianza		Mantenibilidad		Flexibilidad			Dependencia de Mano de Obra		CRITICIDAD TOTAL		
ITEM	Código	Nombre del Equipo	Para	Reduce	No	Alto	Medio	Bajo	A la Máquina		Al Proceso		Al Personal		Seguridad en General		Extranjero	Stock	Alta	Baja	Alta	Baja	Simple	By pass	Stand by	Terceros	Propia	SUMA TOTAL
									S	N	S	N	Riesgo	Sin Riesgo	Si	No												
			4	2	0	4	2	1	2	0	3	0	1	0	1	0	2	0	1	0	1	0	2	1	0	2	0	
1		Rotadores de válvulas	4			4			2		3			0		0	2		1		1		2				0	19
2		Turbocompresor	4			4			2		3			0		0	2		1		1		2				0	19
3		Válvulas con superficies de estelita	4				2		2		3			0		0	0		1		1		2				0	15
4		Cojinetes impregnados de cobre y reforzados con acero	4					1	2		3			0		0	0		1		1		2				0	14
5		Enfriador de aceite	4			4			2		3			0		0	0		1		1		2				0	17

6	Cigüeñal forjado	4		4		2	3		0		0	2		1	1		2		0	19
7	Posenfriador	4		4		2	3		0		0	2		1	1		2		0	19
8	Bombas inyectoras libres de ajuste	4		4		2	3		0		0	2		1	1		2		0	19
9	Inyectores hidráulicos	4		4		2	3		0		0	2		1	1		2		0	19
10	Pistones de acero forjado	4			2	2	3		0		0	0	1	1		2		0	15	
11	Camisas de cilindros de longitud máxima enfriadas por agua	4		4		2	3		0		0	2		1	1		2		0	19
14	Válvula de alivio de salida del convertidor de par.	4			2	2	3		0		0	0	1	1		2		0	15	
15	Válvula moduladora (embrague de traba del convertidor de par).	4			2	2	3		0		0	0	1	1		2		0	15	
16	Válvula de alivio de admisión del convertidor de par.	4			2	2	3		0		0	0	1	1		2		0	15	
17	Enfriador de aceite.		2		2	2		0	0		0	2		1	1		2		0	12
18	Bomba de engranajes (tren de fuerza).	4		4		2	3		0		0	2		1	1		2		0	19
19	Eje motriz.	4			2	2	3		0		0	2		1	1		2		0	17
20	Filtro de aceite (transmisión).			0		1	2		0		0	0	0	1		0	1		0	5
21	Engranajes de transferencia.	4			2	2	3		0		0	2		1	1		2		0	17



2 2	Filtro de aceite (convertidor de par).		0		1	2		0		0		0		0	1		0		1		0	<b>5</b>	
	Control hidráulico de la transmisión.	4		4		2	3		1		0	2		1		1		2			0	<b>20</b>	
	Planetario de la transmisión.	4			2	2	3			0		0		0	1		1		2			0	<b>15</b>
	Diferencial y corona cónica.	4			2	2	3			0		0		0	1		1		2			0	<b>15</b>
	Eje.	4			2	2	3			0		0		0	1		1		2			0	<b>15</b>
	Mando final.	4		4		2	3			0		0	2		1		1		2			0	<b>19</b>
2 3	Caja giratoria.	4		4		2	3			0		0	2		1		1		2			0	<b>19</b>
2 4	Turbina.	4		4		2	3			0		0	2		1		1		2				<b>19</b>
2 5	Rodete.	4			2	2	3			0		0		0	1		1		2			0	<b>15</b>
2 6	Engranaje de mando del convertidor de par y bomba de marcha de la transmisión.	4			2	2	3			0		0	2		1		1		2			0	<b>17</b>
2 7	Conducto de salida del aceite del convertidor de par.		2		2	2	3			0		0		0	1		1			1		0	<b>12</b>
2 8	Eje de salida.	4			2	2	3			0		0		0	1		1		2			0	<b>15</b>
2 9	Portador.	4			2	2	3			0		0	2		1		1		2			0	<b>17</b>
3 0	Conducto de entrada del aceite del convertidor de par.		2		2	2	3			0		0		0	1		1		2			0	<b>13</b>

3 1	Embrague unidireccional.	4			2	2	3		0	0	2	1	1	2		0	<b>17</b>		
3 2	Embrague de traba.	4			2	2	3		0	0	2	1	1	2		0	<b>17</b>		
3 3	Maza.	4			2	2	3		0	0	2	1	1	2		0	<b>17</b>		
3 4	Estator.	4			2	2	3		0	0	2	1	1	2		0	<b>17</b>		
3 5	Tanque de combustible		2		2		0	0	1		1		0	1	1	2	0	<b>10</b>	
3 6	Filtro de combustible		2			1	2		0	0		0	1		0	1	0	<b>7</b>	
3 7	Bomba primaria	4		4			2	3		0	0	2	1	1	2		0	<b>19</b>	
3 8	Bomba de transferencia	4		4			2	3		0	0	2	1	1	2		0	<b>19</b>	
3 9	Bomba de inyección	4		4			2	3		0	0	2	1	1	2		0	<b>19</b>	
4 0	Conductos alta presión	4		4			2	3		0	0	2	1	1		1		0	<b>18</b>
4 1	Inyector de combustible	4		4			2	3		0	0	2	1	1	2		0	<b>19</b>	
4 2	Válvula de purgado		2		2		2	3	1		1		0	1	1	2		0	<b>15</b>

4 3	Gobernador	4		4		2	3		0		0	2		1	1		2		0	<b>19</b>	
4 4	Acelerador	4		4		2	3		0		0	2		1	1		2		0	<b>19</b>	
4 5	Válvula de suministro	4			2	2	3		0		0	0	1		1		2		0	<b>15</b>	
4 6	Tapa y cedazo		0			1	0	0	0		0		0	1		0	2		0	<b>4</b>	
4 7	Medidor		0		2		0	0	0		0		0	1		1		2		0	<b>6</b>
4 8	Múltiple de aceite.	4			2	2	3		0		0	2		1	1		2		0	<b>17</b>	
4 9	Conductor de aceite del turbo.	4			2	2	3		0		0	0	1		1		1		0	<b>14</b>	
5 0	Conductor retorno turbo.	4			2	2	3		0		0	0	1		1		1		0	<b>14</b>	
5 1	Filtro de aceite.		0			1	2		0		0		0	1		0	1		0	<b>5</b>	
5 2	Válvula de derivación.	4			2		0	3		0		0	1		1		2		0	<b>13</b>	
5 3	Depósito de aceite.		0			1	2		0		0		0	1		1		2		0	<b>7</b>
5 4	Bomba de aceite.	4			2	2	3		0		0	0	1		1		2		0	<b>15</b>	

5 5	Válvula de derivación.	4		2	2	3		0	0	0	1	1	2		0	<b>15</b>	
5 6	Cedazo.		0		1	2	0	0	0	0	1		0	2		0	<b>6</b>
5 7	Enfriador del aceite.	2		2	2	3		0	0	2	1	1	2		0	<b>15</b>	
5 8	Medidor de presión.		0		1	0	0	0	0	0	1	1	2		0	<b>5</b>	
5 9	Válvula de derivación.	4		2	2	3		0	0	0	1	1	2		0	<b>15</b>	
6 0	Varilla de medición.		0		1	0		0	0	0	1		0	2		0	<b>4</b>
6 1	Pre filtro.	2		2	2	3		0	0	0	1	1	2		0	<b>13</b>	
6 2	Filtro de aire.		0		1	2	0	0	0	0	1		0	1		0	<b>5</b>
6 3	Indicador de servicio.		0			0	0	0	0	2	1	1	2		0	<b>6</b>	
6 4	Turbocompresor.	4		4	2	3		0	0	2	1	1	2		0	<b>19</b>	
6 5	Entrada turbocompresor.	2		2	2	3		0	0	2	1	1	2		0	<b>15</b>	
6 6	Volante compresor.	4		2	2	3		0	0	2	1	1	2		0	<b>17</b>	

67	Múltiple de admisión.	4			2	2	3		0	0	2	1	1	2			0	<b>17</b>
68	Válvula de admisión.	4			2	2	3		0	0	0	1	1	2			0	<b>15</b>
69	Eje	4			2	2	3		0	0	0	1	1	2			0	<b>15</b>
70	Válvula de escape.	4			2	2	3		0	0	0	1	1	2			0	<b>15</b>
71	Múltiple de escape.	4			2	2	3		0	0	0	1	1	2			0	<b>15</b>
72	Salida del turbo.		2		2	2	3		0	0	0	1	1	2			0	<b>13</b>
73	Turbina.	4		4		2	3		0	0	2	1	1	2			0	<b>19</b>
74	Bomba de agua.	4			2	2	3		0	0	2	1	1	2			0	<b>17</b>
75	Conducto de salida.		2		2	2	3		0	0	0	1	1		1		0	<b>12</b>
76	Compartimiento de cilindros.	4			2	2	3		0	0	2	1	1	2			0	<b>17</b>
77	Enfriador aceite de motor.	4			2	2	0		0	0	2	1	1	2			0	<b>14</b>
78	Culata.	4		4		2	3		0	0	2	1	1	2			0	<b>19</b>

7 9	Distribuidor de agua.	4			2	2	3		0	0	2	1	1	2		0	<b>17</b>
8 0	Termostato.	4			2	2	3		0	0	0	1	1	2		0	<b>15</b>
8 1	Conducto derivación.	2			2	2	3		0	0	0	1	1	1		0	<b>12</b>
8 2	Conducto de entrada al radiador.	2			2	2	3		0	0	0	1	1	2		0	<b>13</b>
8 3	Radiador.	2			2	2	3		0	0	0	1	1	2		0	<b>13</b>
8 4	Tapa del radiador.		0		1	0	0		0	0	0	1	1	2		0	<b>5</b>
8 5	Enfriador aceite transmisión.	2			2	2	3		0	0	2	1	1	2		0	<b>15</b>
8 6	Ventilador.	2			2	2	3		0	0	0	1	1	2		0	<b>13</b>
8 7	Correa del ventilador.	2			1	2	3		0	0	0	1		0	2		<b>11</b>
8 8	Polea del ventilador.	2			1	2	3		0	0	0	1		0	2		<b>11</b>
8 9	Tanque hidráulico	2			1	2	3		0	0	0	1	1	2		0	<b>12</b>
9 0	Válvula limitadora de presión, enfriador.	4			2	2	3		0	0	0	1	1	2		0	<b>15</b>

9 1	Válvula piloto.	4		2	2	3		0	0	0	1	1	2		0	15
9 2	Bomba principal.	4	4		2	3		0	0	2	1	1	2		0	19
9 3	Bomba servo – freno.	4	4		2	3		0	0	2	1	1	2		0	19
9 4	Bomba de dirección.	4	4		2	3		0	0	2	1	1	2		0	19
9 5	Bomba para ventilador.	4	4		2	3		0	0	2	1	1	2		0	19
9 6	Válvula central.	4		2	2	3		0	0	0	1	1	2		0	15
9 7	Cilindros de elevación.	4	4		2	3		0	0	0	1	1	2		0	17
9 8	Enfriador de aceite hidráulico.	2		2	2	3		0	0	2	1	1	2		0	15
9 9	Filtro de retorno de aceite hidráulico		0		1	2	0	0	0	0	1		0	1	0	5

A continuación se detallan las tareas que deben realizarse para lograr una mayor vida útil del equipo.

**Cuando sea necesario:**

- Automático de lubricación con grasa Tanque - Rellenar
- Batería o cable de batería - Inspeccionar / Reemplazar
- Cuchillas - Inspeccionar / Reemplazar
- Bisagra del cucharón y del brazo elevador - Inspeccionar / Ajustar / Reemplazar
- Cámara - Limpiar
- Interruptores automáticos - Restablecer
- Filtro de aire del motor de elemento primario - Limpiar / Reemplazar
- Anticongelante Filtro de aire Elemento secundario - Sustituir
- Éter Auxiliar de arranque Cilindro - Sustituir
- Sistema de combustible - Primer análisis SOS
- Fusibles - Sustituir
- Lámpara de descarga de alta intensidad (HID) - Reemplazar
- Filtro de aceite - Inspeccionar
- Paleta Tenedor - Inspeccionar
- Radiador - Limpiar
- Control de amortiguación de expansión - Comprobar
- Dirección secundaria - Prueba
- Limpiaparabrisas - Inspeccionar / Reemplazar

**Cada 10 horas de servicio o diariamente:**

- Copia de seguridad de alarma - Prueba
- Sistema de refrigeración del nivel de refrigerante - Comprobar
- Nivel de aceite - Comprobar
- Sistema de combustible filtro primario (separador de agua) - Drenaje
- Sistema de nivel de aceite hidráulico - Comprobar
- Acoplador rápido - Check
- Cinturón de seguridad – Inspeccionar
- Transmisión del nivel de aceite - Comprobar
- Limpiar las ventanas



**Cada 50 horas de servicio o semanal:**

- Cubo inferior Rodamientos - Lubricar
- Cabina Filtro de aire - Limpiar / Reemplazar
- Depósito de combustible de agua y sedimentos - Drenaje
- Inflado – Check

**Cada 100 horas de servicio, 2 Semanas:**

- Oscilación del eje Rodamientos - Lubricar
- Varillaje del cucharón de la cargadora y Cilindro Rodamientos - Lubricar
- Cubo de pivote superior Rodamientos - Lubricar
- Cilindro de dirección Rodamientos – Lubricar

**250 horas de servicios iniciales:**

- Juego de válvulas del motor - Comprobar
- Transmisión del filtro de aceite – Sustituir

**Cada 250 horas de servicio:**

- Sistema de refrigeración del refrigerante Muestra (Nivel 1) - Obtener
- Árbol de transmisión Cojinete - Lubricar
- Motor de muestra de aceite – Obtener

**Cada 250 horas de servicio o mensual:**

- Batería - Limpiar
- Cinturón - Inspeccionar / Ajustar / Reemplazar
- Acumulador del freno - Comprobar
- Sistema de frenos - prueba
- Diferencial y transmisión final del nivel de aceite - Comprobar
- Unidad de eje estriado (Centro) - Lubricar
- Acoplador rápido – Lubricar

**Cada 250 horas de servicio o 3 Meses:**

- Aceite y filtro del motor - Cambiar
- Paleta Tenedor - Lubricar
- Columna de dirección Juego – Check

**Cada 500 Horas de Servicio:**

- Filtro de aceite hidráulico del sistema - Reemplazar
- Muestra de aceite del sistema hidráulico - Obtener
- Transmisión del filtro de aceite – Sustituir

**Cada 500 horas de servicio o 3 Meses:**

- Diferencial y la muestra de unidad final de aceite - Obtener
- Cárter del motor del respiradero - Limpiar
- Aceite y filtro del motor - Cambio
- Sistema de combustible filtro primario (separador de agua) Elemento - Sustituir
- Sistema de combustible Filtro secundario - Sustituir
- Tapa del tanque de combustible y el filtro - Limpiar
- Aceite hidráulico biodegradable Sistema elemento filtrante - Sustituir
- Transmisión de muestra de aceite – Obtener

**Cada 1000 horas de servicio o 6 Meses:**

- Los cojinetes de articulación - Lubricar
- Sujeción de la batería - Apriete
- Pantalla caso de drenaje (colador) (bomba de dirección, bomba hidráulica ventilador, motor) - Limpiar
- Árbol de transmisión Juntas universales - Lubricar
- Road Fender Bisagras - Lubricar
- Estructura de protección contra vuelcos (ROPS) - Inspeccionar
- Pantalla de dirección Piloto Petróleo (Comando de Dirección de Control) - Limpiar / Reemplazar
- Aceite de Transmisión – Cambio

**Cada 2000 horas de servicio:**

- Trituradora hidráulica del tanque de la válvula de alivio – Limpiar

**Cada 2000 horas de servicio o 1 año:**

- Discos de freno - Verificar
- Diferencial y unidad final de aceite - Cambiar
- Juego de válvulas del motor - Comprobar
- Rotadores de válvulas del motor - Inspeccionar
- Actuador - Lubricar
- Servicio indicador de desgaste de freno - Comprobar
- Columna de dirección Spline (comando de control de dirección) – Lubricar

**Todos los años:**

- Sistema de refrigeración del refrigerante Muestra (Nivel 2) - Obtener
- Receptor Secadora (refrigerante) – Reemplazar

**Cada 3000 Horas de Servicio:**

- Petróleo, Sistema hidráulico - Cambiar
- Columna de dirección Spline (dirección HMU) – Lubricar

**Cada 3 años:**

- Cinturón de seguridad – Sustituir

**Cada 6000 horas de servicio o 3 años:**

- Sistema de refrigeración del refrigerante Extender (ELC) – Añadir

**Cada 6000 horas de servicio o 6 años:**

- Temperatura del agua de refrigeración (Regulador del sistema) – Reemplazar

**Cada 12 000 horas de servicio o 6 años:**

- Sistema de enfriamiento (ELC) – Cambiar

A continuación, se detalla el listado de repuestos por cada mantenimiento preventivo que se realiza, estos están divididos en 4:

PM1 – Mantenimiento de 250 horas

PM2 – Mantenimiento de 500 horas

PM3 – Mantenimiento de 750 horas

PM4 – Mantenimiento de 1000 horas

**PM1**

<b>CANT</b>	<b>N/PARTE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
2	1R-0749	FUEL FILTER SECONDARY
1	1R-1807	ENGINE OIL FILTER
1	326-1644	PRIMARY FUEL FILTER
2	3E9713	Cat DEO CH4 15W40 5GL

**PM2**

<b>CANT</b>	<b>N/PARTE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
2	1R-0749	FUEL FILTER SECONDARY
1	1R-1807	ENGINE OIL FILTER
1	326-1644	PRIMARY FUEL FILTER
1	2456375	AIR FILTER ELEMENT PRIMARY
1	341-6643	TRANSMISSION OIL FILTER
1	1261818	HYDRAULIC OIL FILTER
2	3E9713	Cat DEO CH4 15W40 5GL

**PM3**

<b>CANT</b>	<b>N/PARTE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
2	1R-0749	FUEL FILTER SECONDARY
1	1R-1807	ENGINE OIL FILTER
1	326-1644	PRIMARY FUEL FILTER
1	2456375	AIR FILTER ELEMENT PRIMARY
1	2456376	AIR FILTER ELEMENT SECONDARY
1	341-6643	TRANSMISSION OIL FILTER
1	8H7521	SEAL-O-RING
1	1261818	HYDRAULIC OIL FILTER

2	3E9713	Cat DEO CH4 15W40 5GL
2	8T9572	Cat TDTO SAE 30 5GL

**PM4**

<b>CANT</b>	<b>N/PARTE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
2	1R-0749	FUEL FILTER SECONDARY
1	1R-1807	ENGINE OIL FILTER
1	326-1644	PRIMARY FUEL FILTER
1	2456375	AIR FILTER ELEMENT PRIMARY
1	2456376	AIR FILTER ELEMENT SECONDARY
1	341-6643	TRANSMISSION OIL FILTER
1	8H7521	SEAL-O-RING
1	1261818	HYDRAULIC OIL FILTER
2	3E9713	Cat DEO CH4 15W40 5GL
2	8T9572	Cat TDTO SAE 30 5GL
1	2720388	SEAL-VALVE COVER
1	9H6454	GASKET
4	8T9576	Cat TDTO SAE 50 5GL
2	1U9891	Caterpillar ADDITIVE (HYD) 1/4GL
6	3096931	Cat HYDO ADVANCE 10W 5GL

A continuación, se detallan las diferentes tareas realizadas por cada mantenimiento preventivo.

### Check List Mantenimiento Preventivo de Cargador Frontal 950H

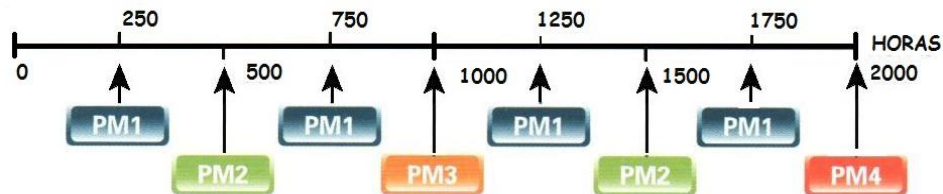


Cliente: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ OT: \_\_\_\_\_

Modelo: \_\_\_\_\_ Serie: \_\_\_\_\_

Horometro: \_\_\_\_\_



ESTA LISTADO DE MANTENIMIENTO PLANEADO pretende ser una referencia rápida solamente. NO SUSTITUIR Manual de operación y mantenimiento

Tarea	Descripción	PM1	PM2	PM3	PM4	Observaciones
Comprobar	Nivel del refrigerante del sistema de enfriamiento	○	○	○	○	
Comprobar	Nivel de aceite del motor	○	○	○	○	
Comprobar	Nivel del aceite del sistema hidráulico	○	○	○	○	
Comprobar	Nivel de aceite de la transmisión	○	○	○	○	
Inspeccionar	Indicador de servicio del filtro de aire del motor	○	○	○	○	
Reemplazar	Filtro de aceite del motor	○	○	○	○	
Reemplazar	Filtro primario del sistema de combustible (Separador de agua)	○	○	○	○	
Reemplazar	Filtro secundario del sistema de combustible	○	○	○	○	
Comprobar	Juego de las válvulas del motor				○	
Comprobar	Acumulador del freno	○	○	○	○	
Comprobar	Nivel del aceite del diferencial y mandos finales	○	○	○	○	
Inspeccionar	Correa	○	○	○	○	
Inspeccionar	Inyector unitario electrónico				○	
Inspeccionar	Rotaválvulas del motor *	○	○	○	○	
Inspeccionar	Batería	○	○	○	○	
Probar	Sistema de frenos	○	○	○	○	
Verificar	Juego de la columna de dirección	○	○	○	○	
Reemplazar	Filtro de aceite de transmisión		○	○	○	
Reemplazar	Filtro de aceite hidráulico		○	○	○	
Reemplazar	Filtro de aire primario		○	○	○	
Reemplazar	Filtro de caja de drenaje de aceite hidráulico		○	○	○	
Inspeccionar	Respiradero del carter		○	○	○	
Reemplazar	Filtro rejilla del respiradero del cárter			○	○	
Reemplazar	Filtro de aire secundario			○	○	
Inspeccionar	Estructura de protección contra vuelcos (ROPS)			○	○	
Cambiar	Empaquetadura de tapa del mecanismo de válvulas				○	
Reemplazar	Respiradero del tanque hidráulico **				○	
Limpiar	Válvula de alivio del tanque hidráulico ***				○	
Comprobar	Indicador de desgaste del freno de servicio				○	
Realizar	Evaluación ET ( Técnico Electrónico)	○	○	○	○	

NOTA:

Añadir Prolongador de refrigerante de larga duración (ELC) para sistemas de enfriamiento las 6 000 horas

Drenar/Cambiar Refrigerante del sistema de enfriamiento (ELC) a las 12 000 horas

Cambio Periódico de Aceite				
	PM1	PM2	PM3	PM4
Motor	0	0	0	0
Transmisión			0	0
Eje / Diferencial Delantero				0
Hidráulico				0

Análisis Periódico de Aceite				
Muestra Tomada:	PM1	PM2	PM3	PM4
Eje / Dif. Delantero		0	0	0
Eje / Dif. Posterior		0	0	0
Motor	0	0	0	0
Sist. Hidráulico		0	0	0
Sist. Transmisión		0	0	0
Refrigerante (nivel 2)				0

Reemplazo Periódico de Filtros				
Reemplazo:	PM1	PM2	PM3	PM4
Filtro de aceite del motor	0	0	0	0
Filtro primario del sistema de combustible (Separador de	0	0	0	0
Filtro secundario del sistema de combustible	0	0	0	0
Filtro de aceite de transmisión		0	0	0
Filtro de aceite hidráulico		0	0	0
Filtro de aire primario		0	0	0
Filtro de caja de drenaje de aceite hidráulico		0	0	0
Filtro rejilla del respiradero del cárter			0	0
Filtro de aire secundario			0	0

Nota : Técnico

---



---



---

Observaciones :

---



---



---

Firma del Técnico Responsable

Nombre:

Código:

## Cronograma de actividades por horas de Cargador Frontal 950H

No.	Tarea	Concepto	Hora Inicia	Hora Final	HORAS			
					250	500	750	1000
1	Comprobar	Nivel del refrigerante del sistema de enfriamiento	250	1000				
2	Comprobar	Nivel de aceite del motor	250	1000				
3	Comprobar	Nivel del aceite del sistema hidráulico	250	1000				
4	Comprobar	Nivel de aceite de la transmisión	250	1000				
5	Inspeccionar	Indicador de servicio del filtro de aire del motor	250	1000				
6	Reemplazar	Filtro de aceite del motor	250	1000				
7	Reemplazar	Filtro primario del sist. de combust. (Separador de agua	250	1000				
8	Reemplazar	Filtro secundario del sistema de combustible	250	1000				
9	Comprobar	Juego de las válvulas del motor	1000	1000				
10	Comprobar	Acumulador del freno	250	1000				
11	Comprobar	Nivel del aceite del diferencial y mandos finales	250	1000				
12	Inspeccionar	Correa	250	1000				
13	Inspeccionar	Inyector unitario electrónico	1000	1000				
14	Inspeccionar	Rotaválvulas del motor *	250	1000				
15	Inspeccionar	Batería	250	1000				
16	Probar	Sistema de frenos	250	1000				
17	Verificar	Juego de la columna de dirección	250	1000				
18	Reemplazar	Filtro de aceite de transmisión	500	1000				
19	Reemplazar	Filtro de aceite hidráulico	500	1000				
20	Reemplazar	Filtro de aire primario	500	1000				
21	Reemplazar	Filtro de caja de drenaje de aceite hidráulico	500	1000				
22	Inspeccionar	Respiradero del carter	500	1000				
23	Reemplazar	Filtro rejilla del respiradero del cárter	750	1000				
24	Reemplazar	Filtro de aire secundario	750	1000				
25	Inspeccionar	Estructura de protección contra vuelcos (ROPS)	750	1000				
26	Cambiar	Empaquetadura de tapa del mecanismo de válvulas	1000	1000				
27	Reemplazar	Respiradero del tanque hidráulico **	1000	1000				
28	Limpiar	Válvula de alivio del tanque hidráulico ***	1000	1000				
29	Comprobar	Indicador de desgaste del freno de servicio	1000	1000				
30	Realizar	Evaluación ET ( Técnico Electrónico)	250	1000				

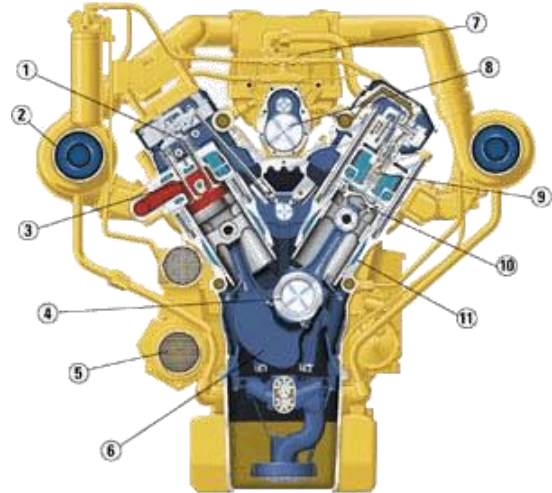


## INVENTARIO DEL SISTEMA Y SUBSISTEMA CODIFICADO

El cargador frontal está compuesto de una serie de sistemas o compartimientos que garantizan la fiabilidad del equipo.

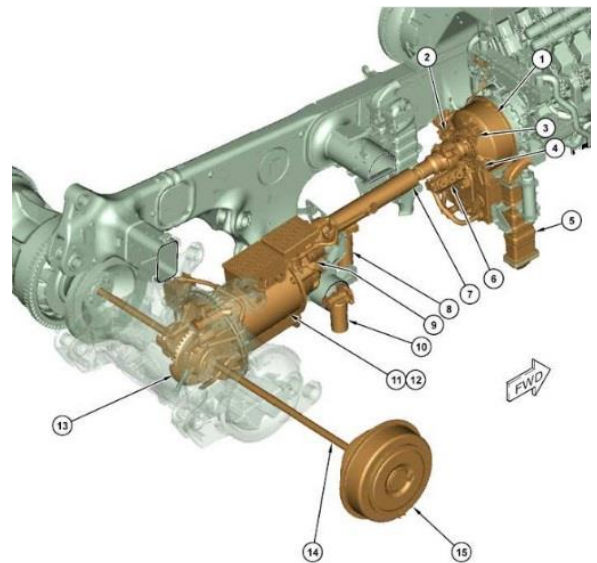
### MOTOR:

1. Rotadores de válvulas.
2. Turbocompresor.
3. Válvulas con superficies de estelita.
4. Cojinetes impregnados de cobre y reforzados con acero.
5. Enfriador de aceite.
6. Cigüeñal forjado.
7. Post- enfriador.
8. Bombas inyectoras libres de ajuste.
9. Inyectores hidráulicos.
10. Pistones de acero forjado.
11. Camisas de cilindros enfriadas por agua.



### TREN DE POTENCIA:

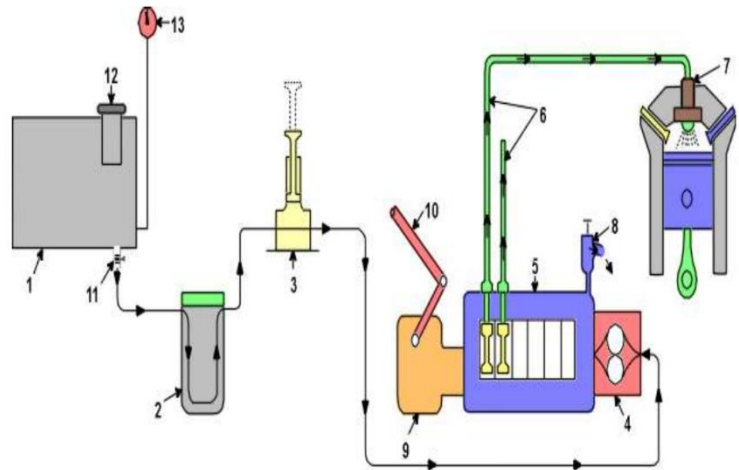
1. Convertidor de par.
2. Válvula de alivio de salida del convertidor de par.
3. Válvula moduladora (embrague de traba del convertidor de par).
4. Válvula de alivio de admisión del convertidor de par.
5. Enfriador de aceite.
6. Bomba de engranajes (tren de fuerza).
7. Eje motriz.
8. Filtro de aceite (transmisión).
9. Engranajes de transferencia.
10. Filtro de aceite (convertidor de par).
11. Control hidráulico de la transmisión.
12. Planetario de la transmisión.



- 13. Diferencial y corona cónica.
- 14. Eje.
- 15. Mando final.

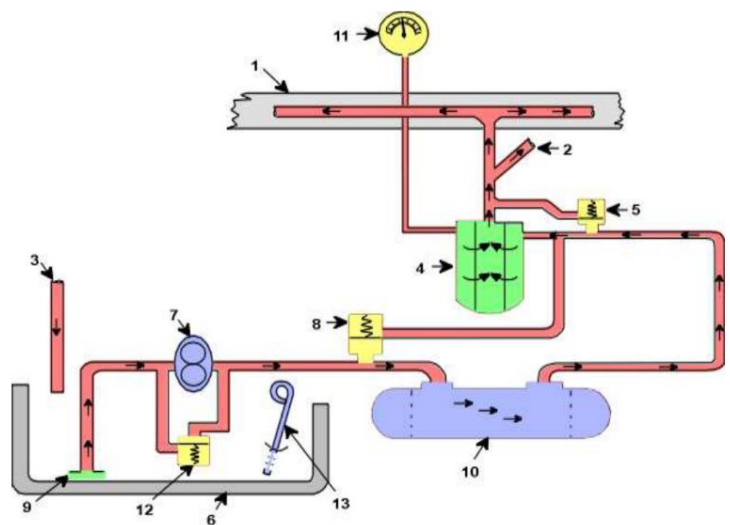
**SISTEMA DE COMBUSTIBLE:**

- 1. Tanque de combustible
- 2. Filtro de combustible
- 3. Bomba primaria
- 4. Bomba de transferencia
- 5. Bomba de inyección
- 6. Conductos alta presión
- 7. Inyector de combustible
- 8. Válvula de purgado
- 9. Gobernador
- 10. Acelerador
- 11. Válvula de suministro
- 12. Tapa y cedazo
- 13. Medidor



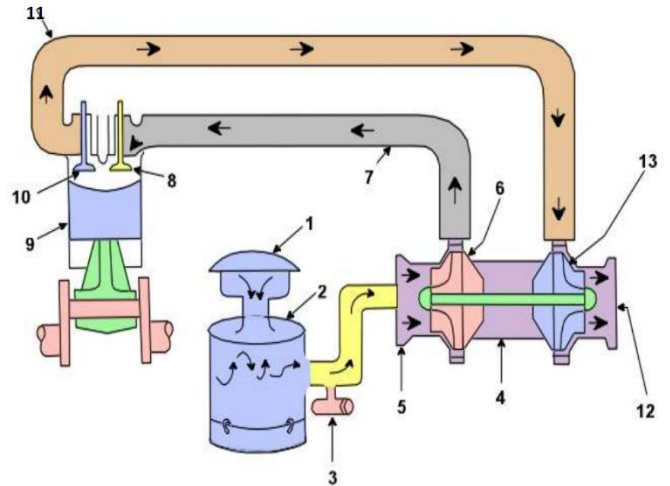
**SISTEMA DE LUBRICACIÓN:**

- 1. Múltiple de aceite.
- 2. Conducto de aceite del turbo.
- 3. Conducto retorno turbo.
- 4. Filtro de aceite.
- 5. Válvula de derivación.
- 6. Depósito de aceite.
- 7. Bomba de aceite.
- 8. Válvula de derivación.
- 9. Cedazo.
- 10. Enfriador del aceite.
- 11. Medidor de presión.
- 12. Válvula de derivación.
- 13. Varilla de medición.



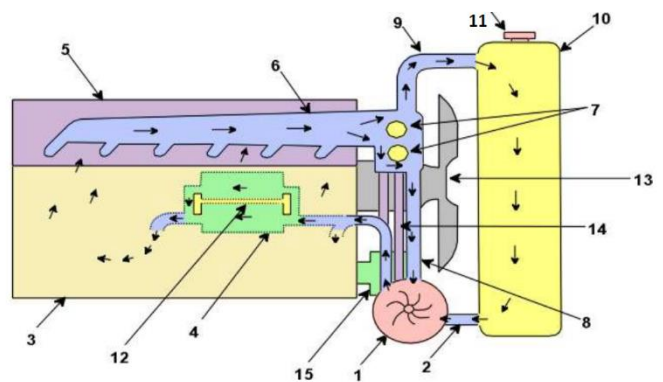
## SISTEMA DE ADMISIÓN DE AIRE:

1. Pre filtro.
2. Filtro de aire.
3. Indicador de servicio.
4. Turbocompresor.
5. Entrada turbocompresor.
6. Volante compresor.
7. Múltiple de admisión.
8. Válvula de admisión.
9. Pistón.
10. Válvula de escape.
11. Múltiple de escape.
12. Salida del turbo.
13. Turbina.



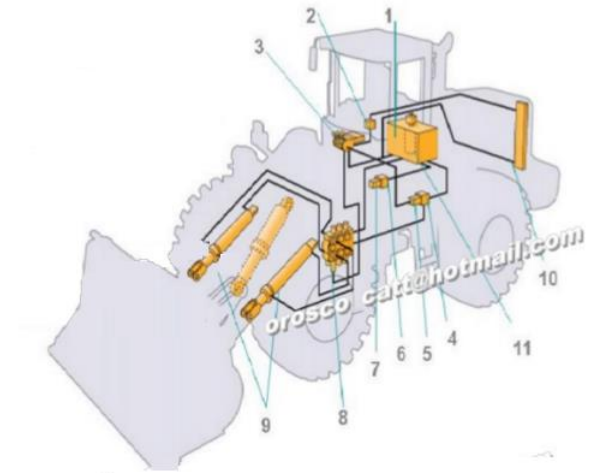
## SISTEMA DE REFRIGERACIÓN:

1. Bomba de agua.
2. Conducto de salida.
3. Compartimiento de cilindros.
4. Enfriador aceite de motor.
5. Culata.
6. Distribuidor de agua.
7. Termostato.
8. Conducto derivación.
9. Conducto de entrada al radiador.
10. Radiador.
11. Tapa del radiador.
12. Enfriador aceite transmisión.
13. Ventilador.
14. Correa del ventilador.
15. Polea del ventilador.



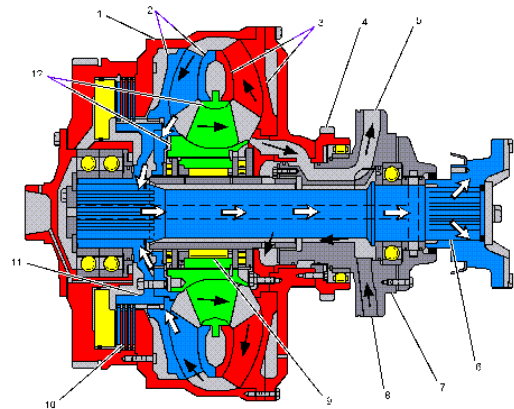
### SISTEMA HIDRÀULICO:

1. Tanque hidráulico
2. Válvula limitadora de presión, enfriador.
3. Válvula piloto.
4. Bomba principal.
5. Bomba servo – freno.
6. Bomba de dirección.
7. Bomba para ventilador.
8. Válvula central.
9. Cilindros de elevación.
10. Enfriador de aceite hidráulico.
11. Filtro de retorno de aceite hidráulico.



### CONVERTIDOR DE PAR:

1. Caja giratoria.
2. Turbina.
3. Rodete.
4. Engranaje de mando del convertidor de par y bomba de marcha de la transmisión.
5. Conducto de salida del aceite del convertidor de par.
6. Eje de salida.
7. Portador.
8. Conducto de entrada del aceite del convertidor de par.
9. Embrague unidireccional.
10. Embrague de traba.
11. Maza.
12. Estator.



## ANEXO 5: AUTORIZACIÓN DE RECOJO DE INFORMACIÓN



ZECOR CONTRATISTAS S.A.C.

"TRABAJANDO CON CALIDAD Y  
RESPONSABILIDAD"

ZECOR CONTRATISTAS SAC

RUC: 20605108904

"Año de la Universalización de la Salud"

### CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOJO DE INFORMACIÓN

EL QUE SUSCRIBE:

ING. MIGUEL ANGEL HUAMAN ZEVALLOS – GERENTE GENERAL, IDENTIFICADO  
CON DNI N° 72980253, EN REPRESENTACIÓN DE ZECOR CONTRATISTAS S.A.C.

### AUTORIZACIÓN DE RECOJO DE INFORMACIÓN:

Que los alumnos de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad  
Señor de Sipán:

Gloria Nicolle Cardozo Bocanegra, con DNI N° 75513463

Americo Gianpiere Cornejo Diaz, con DNI N° 78109797

Autores del trabajo de investigación denominado:


**"GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS  
MÁQUINAS DE UNA EMPRESA CONSTRUCTORA, CHICLAYO – 2020."**

Se les autoriza el recojo de información que conforma el expediente técnico, así como  
hojas de memorias, cálculos entre otros materiales, como planos para efectos  
exclusivamente académicos de la elaboración del proyecto de investigación, enunciada  
líneas arriba.

Los mismos se comprometen a garantizar la absoluta confidencialidad de la información  
solicitada.

Chiclayo, 10 de diciembre de 2020.

Atentamente.

  
.....  
ZECOR CONTRATISTAS S.A.C.  
MIGUEL ÁNGEL HUAMAN ZEVALLOS  
GERENTE GENERAL

Dirección: Urbanización Villa del Norte Mz C Lote 7, Calle 4, 3° Piso - Chiclayo  
Celular: 975458938 – 982180954  
E-mail: zecorcontratistas@gmail.com