



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DEL  
MANIPULADOR DE MATERIALES, EMPRESA  
SIDERPERÚ S.A.A. CHIMBOTE, 2018.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO INTDUSTRIAL**

AUTORES:

FERNADO JAVIER, MORALES GRAUS.

LUIS ENRIQUE, GONZALES GÓMEZ.

ASESOR METODÓLOGO:

ING. JAIME EDUARDO, GUTIÉRREZ ASCÓN.

ASESOR TEMÁTICO:

DR. ING. JORGE LUIS, ARÉVALO DAZA.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

CHIMBOTE - PERÚ

2018

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 17
--	---------------------------------------	--

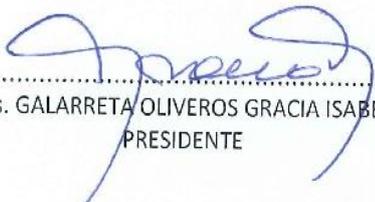
**ACTA N° 341 - 9 - 2018 - EII/UCV/CH**

El Jurado encargado de evaluar la tesis denominada "APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DEL MANIPULADOR DE MATERIALES, EMPRESA SIDERPERU S.A.A. CHIMBOTE, 2018", presentada por los estudiantes MORALES GRAUS FERNANDO JAVIER / GONZALES GOMEZ LUIS ENRIQUE, reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

NOTA: 16 (Número) Dieciseis (Letras).

Por lo tanto, el estudiante aprueba por Unanimidad

Chimbote, 02 de diciembre del 2018

  
 .....  
 Ms. GALARRETA OLIVEROS GRACIA ISABEL  
 PRESIDENTE

  
 .....  
 Ms. QUILICHE CASTELLARES RUTH MARGARITA  
 SECRETARIO

  
 .....  
 Ing. JAIME EDUARDO GUTIERREZ ASCON  
 VOCAL

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto está dedicado, exclusivamente, a todas las personas que han sido fuente de inspiración para el desarrollo de la misma. Así, en primer lugar, dedicamos todo el esfuerzo plasmado en la tesis a Dios Padre Celestial, a nuestros padres, hermanos, esposa e hijos, por ser siempre el motor que nos impulsa a seguir aun cuando el camino se hace difícil; por su amor, sacrificio y fortaleza en toda la travesía que nos envuelve la vida profesional.

## AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial a nuestra alma mater Cesar Vallejo por habernos albergado todos estos largos años como un segundo hogar, en el cual pudimos compartir experiencias y conocimientos; así también, agradecer a nuestros asesores, quienes nos brindaron desde un inicio los lineamientos, pautas, consejos y lecciones para lograr culminar con éxito este nuevo hijo: nuestra tesis; y, sobre todo, ser ejemplos como ingenieros industriales.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Fernando Javier Morales Graus con D.N.I. N° 43152645, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes previstas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompañamos es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se recopilaron en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, adulteración, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada; por lo cual, me someto a lo prescrito en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Chimbote, 15 diciembre del 2018



---

Fernando Javier Morales Graus

D.N.I. N° 43152645

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Luis Enrique Gonzales Gómez con D.N.I. No 70283161, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presentan en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Chimbote, 15 diciembre del 2018



---

Luis Enrique Gonzales Gómez

D.N.I. N° 70283161

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grado y de Títulos, presentamos ante Ustedes la tesis titulada “Aplicación de la estrategia de Mantenimiento Preventivo para mejorar la disponibilidad del Manipulador de materiales, empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, 2018”, la cual está estructura en siete capítulos, siendo:

**Capítulo I:** Introducción,

**Capítulo II:** Método,

**Capítulo III:** Resultados,

**Capítulo IV:** Discusión,

**Capítulo V:** Conclusiones

**Capítulo VI:** Recomendaciones

**Capítulo VII:** Referencias bibliográficas

De tal manera, la presente tiene como único objetivo mejorar la disponibilidad de los manipuladores de materiales, a través de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote. En esa línea, el presente trabajo de tesis se somete a vuestra consideración, esperando, en ese proceso, cumplir con los requisitos de aprobación, para que de ese modo, podamos obtener el título Profesional de Ingeniero Industrial.

Los autores.

## ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	vi
PRESENTACIÓN .....	vii
ÍNDICE .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	14
1.1. Realidad problemática.....	17
1.2. Trabajos previos .....	23
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	28
1.4. Formulación del problema .....	38
1.4.1. Problema general .....	38
1.5. Justificación del estudio .....	39
1.6. Hipótesis.....	40
1.6.1. Hipótesis general .....	40
1.7. Objetivos .....	41
1.7.1. Objetivo general .....	41
II. MÉTODO .....	41
2.1. Diseño de la investigación.....	42
2.2. Variables, operacionalización.....	42
2.3. Población y muestra.....	45
2.3.1. Población.....	45
2.3.2. Muestra.....	45
2.3.3. Determinación de la muestra:.....	45
2.4. Técnicas e instrumentos de validación de datos, validez y confiabilidad.....	45
2.4.1. Validación del instrumento.....	46
2.4.2. Confiabilidad del Instrumento.....	46

2.5. Método de Análisis de datos. ....	46
2.5.1. Cuantitativo: .....	46
2.6. Aspectos éticos. ....	46
III. RESULTADOS .....	48
3. Variable X: Mantenimiento preventivo.....	48
3.1 Dimensión 1: Diagnóstico .....	48
3.1.2 Dimensión 2: Planificación.....	60
3.1.3 Dimensión 3: Impacto .....	67
3.2 Variable Y: Disponibilidad.....	69
3.2.1 dimensión 1: Fiabilidad (MTBF) .....	69
3.2.2 dimensión 2: Mantenibilidad (MTTR) .....	70
3.2.3 dimensión 3: Disponibilidad .....	70
IV. DISCUSIÓN .....	78
V. CONCLUSIONES .....	80
VI. RECOMENDACIONES .....	81
Anexo 1. Fórmulas de MTBF y MTTR .....	87
Anexo 2. Fórmula de disponibilidad.....	87
Anexo 3. Ficha técnica de equipo .....	88
Anexo 04. Formato auditoría de mantenimiento (Cuestionario).....	89
Anexo 05. Historial de fallas de manipuladores .....	93
Anexo 06. Formato registro de fallas.....	100
Anexo 07. Control de cumplimiento de mantenimiento .....	101
Anexo 08. Programa mantenimiento preventivo .....	102
Anexo 09. Formato de tiempo medio entre fallas.....	104
Anexo 10. Formato tiempo medio para reparar.....	105
Anexo 11. Formato disponibilidad .....	106
Anexo 12. Cronograma de ejecución del proyecto de investigación.....	107
Anexo 13. Validación de instrumentos .....	109
Anexo 14. Matriz consistencia .....	112
Anexo. 15 Manipulador de materiales Caterpillar: N° 06-04.....	114
Anexo. 16 Manipulador de Materiales Caterpillar: N° 06-05 .....	115
Anexo. 17 Manipulador de Materiales Caterpillar: N° 06-06 .....	116
Anexo. 18 Documentos de similitud.....	117

Anexo. 19 Acta de aprobación de originalidad de tesis .....	118
Anexo. 20 Acta aprobación de tesis.....	119
Anexo. 21 Autorización para publicación en repositorio institucional.....	120
Anexo. 22 Formulario de autorización de la versión final del trabajo de investigación...	122

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Esquematización del diseño .....	42
Tabla 2. Operacionalización de variables .....	43
Tabla 3. Resumen auditoría gestión de mantenimiento .....	48
Tabla 4. Índice de conformidad del resultado situación del mantenimiento.....	49
Tabla 5. Tabla valores cuestionario auditoría gestión de mantenimiento .....	49
Tabla 6. Registro de fallas inicial manipulador materiales 06-04 .....	52
Tabla 7. Registro de fallas inicial manipulador de manipulador 06-05.....	53
Tabla 8. Registro de fallas inicial manipulador de materiales 06-06.....	53
Tabla 9. Tiempo medio para fallas – Año 2017 .....	54
Tabla 10. Tiempo medio para reparar – año 2017.....	55
Tabla 11. Disponibilidad inicial por sistema del Manipulador 06-04 .....	55
Tabla 12. Disponibilidad inicial por sistema del Manipulador 06-05 .....	56
Tabla 13. Disponibilidad inicial por sistema del Manipulador 06-06 .....	57
Tabla 14. Disponibilidad inicial total de manipuladores de materiales, en consideración al sistema hidráulico .....	58
Tabla 15. Planificación del mantenimiento preventivo .....	61
Tabla 16. Formato de control de cumplimiento de mantenimiento.....	66
Tabla 17. Registro de fallas final de manipulador de materiales 06-04.....	67
Tabla 18. Registro de fallas final de manipulador de materiales 06-05.....	68
Tabla 19. Registro de fallas final de manipulador de materiales 06-06.....	68
Tabla 20. Tiempo medio entre falla final - Año 2018 .....	69
Tabla 21. Tiempo medio para reparar final – Año 2018.....	70
Tabla 22. Disponibilidad final del manipulador 06-04. Año 2018.....	70
Tabla 23. Disponibilidad final del manipulador 06-05 .....	71
Tabla 24. Disponibilidad final del manipulador 06-06.....	72
Tabla 25. Resumen disponibilidad inicial vs disponibilidad final del Sistema hidráulico ..	73

Tabla 26. Contraste de disponibilidad final e inicial .....	75
Tabla 27. Análisis estadístico - prueba de normalidad .....	76
Tabla 28. Análisis estadístico IBM SPSS - T-Student.....	77

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Resumen de la gestión de mantenimiento de la empresa Siderperu S.A.A.- Chimbote.....	50
Figura 2. Estado inicial de la gestión de mantenimiento de Siderperú S.A.A. Chimbote. ..	51
Figura 3. Disponibilidad inicial Manipulador 06-04 .....	56
Figura 4. Disponibilidad inicial Manipulador 06-05. ....	57
Figura 5. Disponibilidad inicial Manipulador 06-06. ....	58
Figura 6. Resumen de disponibilidad manipuladores en cuanto a su Sistema hidráulico ...	59
Figura 7. Análisis de disponibilidad final del manipulador N° 06-04.....	71
Figura 8. Análisis de disponibilidad final del manipulador N° 06-05.....	72
Figura 9. Análisis de disponibilidad final del manipulador N° 06-06.....	73
Figura 10. Disponibilidad inicial y final de las muestras (manipulador de materiales).....	74

## RESUMEN

El presente desarrollo de tesis titulada Aplicación de la estrategia del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad del manipulador de materiales, empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, 2018, surge del análisis diagnóstico de la empresa, la cual no aplica adecuadamente el mantenimiento preventivo, es decir más se realiza el mantenimiento correctivo donde se perjudica las maquinas o equipos, el servicio que brindan y la misma empresa.

La población estuvo conformada por las máquinas manipuladores de materiales. La muestra resultó de la elección que tomó el investigador de acuerdo a su conveniencia, en las que se utilizó las teorías de Alberto Mora, Lourival Tavares, Oliverio García, Carlos Montilla, entre otros. Asimismo, se utilizó herramientas como auditoria, historial de fallas, registro de falla, formatos de tiempo medio para fallas, tiempo medio para reparar, formato de planificación de mantenimiento preventivo y por último el formato de la disponibilidad de máquina.

Se obtuvo como resultados, a través de la auditoria, que la gestión de mantenimiento evidencia un valor de 47,90%. El índice de conformidad indica que está en un nivel aceptable, pero puede mejorar. Posteriormente, se diagnosticó la disponibilidad inicial de los equipos 06-04, 06-05, 06-06, obteniendo un valor general de 90,60%. Después de la aplicación de la planificación del mantenimiento preventivo, se pudo obtener un incremento en la disponibilidad final de los manipuladores 06-04, 06-05, 06-06, dando como resultado general 97,62%. Es así que se puede concluir que, gracias a la planificación del mantenimiento preventivo, la disponibilidad tuvo un incremento de 7,02%.

Palabras clave: Planificación de mantenimiento preventivo, disponibilidad, manipulador de materiales

## ABSTRACT

The current research project titled “Implementation of the preventive maintenance strategy to improve the manipulator of materials availability, Siderperu S.A.A. Company Chimbote – 2018”, Where the company does not apply preventive maintenance properly, that is to say, corrective maintenance is done where the machines or equipment, the service they provide and the same company are harmed.

Its population was made up of the material manipulative machines; the sample resulted from the choice that the investigator takes according to its convenience. Where he had to use theories of Alberto Mora, Lourival Tavares, Oliver Garcia, Carlos Montilla and others. Where we had to use tools such as audit, fault history, fault logging, medium fault time formats, average repair time, preventive maintenance planning format, and finally the format of the availability of Machines.

In this way, we were able to obtain through the audit that the maintenance management evidences a value of 47.90% which the index of Conformity tells us that it is at an acceptable level but can improve, then it was diagnosed the initial availability of the equipment 06-04, 06-05, 06-06 where a general value of 90.60%, after application of preventive maintenance planning; It was possible to obtain an increase in the final availability of the manipulators 06-04, 06-05, 06-06 giving as a general result of 97.62%. So it can be concluded that thanks to the planning of preventive maintenance availability had an increase of 7.02%

**Key words:** preventive maintenance planning, availability, material manipulator

## I. INTRODUCCIÓN

¿Es necesario poseer un plan estratégico para dar efectiva solución a problemas de averías, fallas u otras que se presenten en los equipos y maquinarias de una empresa?, ¿ayudará a mantener y mejorar la disponibilidad de las maquinarias y equipos de una empresa en servicio?, ¿será oportuno tener un plan estratégico de mantenimiento preventivo?, ¿tendrá alguna utilidad contar con ella?, ¿será beneficioso para toda empresa? Estos y otros tantos cuestionamientos tienen una respuesta inmediata: sí. Contar con una estrategia de mantenimiento preventivo permite que las empresas que emplean, por ejemplo, maquinarias y equipos de importante valor económico (más si se habla del elevado costo que se generan en su reparación) logren obtener una mejor disponibilidad de los mismos y reducir gastos innecesarios, permitiendo, entre otros beneficios, una mejor rentabilidad. Los réditos son muchos cuando se trata de un mantenimiento preventivo aplicado como estrategia de mejoría en la empresa.

La literatura extranjera muestra que las grandes empresas internacionales han obtenido cierto éxito en su rubro, debido al desarrollo de un plan armónico que les permite su buen desempeño y garantía en el mercado. Esto se debe entender como la aplicación estratégica de un plan que pueda absolver conflictos futuros, no solo en los departamentos administrativos, sino también en el equipo que mueve la empresa misma, señalándose aquí a la maquinaria, la cual permite lograr y cumplir con el servicio que se ofrece si se mantiene en óptimas condiciones, logrando su operatividad y minimizando el riesgo de paradas e inoperatividad. Así podemos citar a empresas extranjeras que han sobresalido, tales como Bethlehem Steel, Carnegie Steel Company y la empresa U.S. Steel, las cuales alcanzan el escalón del éxito por estrategias generales de mantenimiento preventivo en sus equipos.

Por otro lado, la literatura nacional muestra que determinadas empresas como; CORP. ACEROS AREQUIPA o Siderperú (la misma que posteriormente será analizada) se encuentran en pleno desarrollo, puesto que, pese a ser las más representativas del país, carecen de un sólido plan que les permita reducir al máximo averías y fallos en las maquinarias que emplean para el desarrollo del servicio que ofrecen.

Toda empresa que cuenta con maquinaria pesada o una flotilla de maquinaria pesada, en algún momento ha tenido la necesidad de ser reparada por la presencia de un fallo o avería.

Esta situación es habitual, puesto que todo tipo de máquina, en el transcurso de su tiempo de vida útil, llega a averiarse en alguna ocasión, ya sea por desgaste de sus equipos o de sus materiales. Sin embargo, considerable será el beneficio que obtendrá aquella empresa que, para aquel entonces, cuente con un plan de contingencia previo que permita contrarrestar errores, fallas, averías u alguna otra situación de peligro que se presente de manera abrupta e intempestiva y de ese modo, logre mantener en operatividad y disponibilidad sus equipos (maquinarias) cerrando paso a alguna paralización de los mismos.

Es relevante señalar que, cuando se trata de máquinas pesadas, los costos de reparación suelen superar de manera significativa el precio la misma en un vehículo convencional, como el de un automóvil, una motocicleta o un camión; de allí la trascendencia del conocimiento sobre el mantenimiento adecuado que se debe tener y sobre todo, las medidas preventivas que deben ser adoptadas. Esto último, permite colegir como se ha señalado en los párrafos precedentes que es necesaria la ejecución de un mantenimiento preventivo como estrategia para mejorar la disponibilidad de maquinarias pesadas. La aplicación de una de las estrategias de mantenimiento que logra una mejorar en la disponibilidad es sin duda alguna, el mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo, acorde a su propia filosofía, busca formar periodos o ciclos de intervención apropiados, de tal modo que se logre evitar la presencia impropia, inoportuna e intempestiva de fallas en los equipos y maquinarias. Estas son las que dificultan e interrumpen el normal funcionamiento de los procesos productivos, así como también su degradación a causa de su incorrecta operación como consecuencia de un ausente plan, estrategia o compromiso aplicativo para su mantenimiento.

Adicionalmente, la ejecución de un plan o planeación de mantenimiento preventivo reside en la disminución en mantenimientos de corrección o correctivos, en las que tales actividades resultan siendo las responsables de las paradas que sufren las maquinarias de manera intempestivas; los montos exorbitantes generados en las adquisiciones de piezas, repuestos u otros materiales, de manera inmediata y no planificada; y además, en la mayoría de situaciones, costos innecesarios por inversiones y adquisición de repuestos que se encuentran en stocks. Otro beneficio que estimula a las empresas a recurrir, adoptar y aplicar la estrategia señalada, es que la misma busca, exclusivamente, su beneficio.

En estos tiempos resulta ser un requisito fundamental para las industrias, especialmente las que se hayan en servicio, recurrir a la aplicación de estrategias de mantenimiento preventivo, dado que esta tiene como objetivo principal reducir las fallas e inoperatividad de las maquinarias, mejorar su disponibilidad y garantizar su rendimiento. También se desprende que, en materia contractual, resulta siendo una variable trascendental a la hora de requerir maquinarias o equipos para su aprovechamiento, impidiendo inversiones innecesarias. Así, tomando en cuenta las nuevas exigencias y retos diarios en los que se encuentra el mercado industrial a nivel global en materia de precios (coste), producción, eficacia, Customer Support, logística, (entre otros), las compañías han venido mostrando todo tipo de desarrollo y mejoría, esto es, desde su elaboración hasta incluir a todos los órganos que la conforman. Esto se realiza con el fin de respaldar, desde todos los ángulos necesarios, este nuevo enfoque que tiene la industria, según la cual el mantenimiento preventivo, desempeña un rol importante a la hora de buscar mejorías y oportunidad de negocio como, por ejemplo, la empresa siderúrgica Siderperú S.A.A. (Siderperú S.A.A. Chimbote).

Siderperú S.A.A. Chimbote (conocedor de que el cabal apego a las normas en materia, ambiental, económica y social, sobre una base de desarrollo sostenible, resulta siendo determinante para el mantenimiento de una vigente situación de liderazgo y para su futuro afianzamiento industrial), es una empresa productora de perfiles de acero, barras de construcción, productos viales, creada con el firme propósito de satisfacer al cliente en sus necesidades de construcción civil, industria, minería. Para poder lograr la realización de todo el proceso de productos de acero, este debe de auxiliarse de maquinaria pesada tal como el manipulador de materiales, el cual está compuesto de una serie de sistemas mecánicos manipulados bajo lubricación de aceites (motores diésel, cajas de transmisiones y, circuitos eléctricos e hidráulicos).

Es en empresas como Siderperú S.A.A., cuyo empleo de maquinarias pesadas es diaria y constante, donde surge la necesidad de contar con una operación y un mantenimiento confiable de sus equipos para, de ese modo, evitar imprevistos, averías o fallas en sus maquinarias que se encuentran en pleno desarrollo operativo de productividad y genere su abrupta paralización; el mismo que es sinónimo de no funcionamiento, no productividad y por consiguiente, no ganancia.

Por tal, el presente trabajo de investigación permitió aplicar la estrategia de mantenimiento preventivo en empresas que utilicen en sus principales procesos productivos maquinarias pesadas. En este caso, nos centramos en la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, cuyo empleo de maquinaria pesada radica en la línea del acero. Asimismo, su aplicación tendrá en cuenta, los bajos costos operativos, oportunidad de operación y eficiencia en el servicio; de tal manera que al aplicarse, determine garantizar la disponibilidad de tales herramientas (maquinarias) como también, la satisfacción de sus clientes internos y la sostenibilidad de la empresa siderúrgica Siderperú S.A.A. Chimbote.

En suma, resultó necesaria la aplicación de una estrategia adecuada de mantenimiento preventivo. A partir de ello, se determinó el impacto que esta tuvo sobre la disponibilidad de las máquinas que intervienen y que se hayan en continua productividad en la empresa siderúrgica Siderperú S.A.A.; de ese modo, se logró garantizar y certificar los objetivos establecidos desde la óptica técnico-económico y la viabilidad de la empresa, dado a que ambas se hayan íntimamente vinculadas en un mismo propósito: optimizar y asegurar una mejor disposición o disponibilidad de los equipos o maquinaria empleada. Con ello se logró no solo su fortalecimiento, sino también, la ampliación del periodo de duración o vida productiva; reducción del tiempo de inoperatividad y; por consiguiente, la disminución de costos de mantenimientos de modo global. Ello generó que se brinde una satisfacción al cliente de la empresa analizada, disposición de sus unidades para su aprovechamiento en los procesos productivos, mayor complacencia del consumidor y, de modo integral, cumplimiento de los objetivos de progreso paulatino y continuo.

### 1.1. Realidad problemática

El área del mantenimiento industrial siempre ha sido un tema de primordial relevancia en la esfera de desarrollo de las operaciones industriales. Un correcto y eficiente mantenimiento de las maquinarias empleadas para la producción industrial genera un desempeño eficaz de las unidades; sin embargo, este proceso necesita ser ejecutado con literalidad y rigidez para que, de ese modo, se pueda obtener otros propósitos, metas y objetivos, como lo es el control de vida útil de las unidades, sin exceder el presupuesto asignado para su mantenimiento.

La ausencia de una estrategia de mantenimiento preventivo en algunas empresas que emplean maquinarias pesadas, ha generado grandes pérdidas económicas dado que, para evitar su inoperatividad, han tenido que solventar, económicamente, los gastos que demandaban las reparaciones u otros procedimientos de los equipos afectados. Esta situación pudo tener una inmediata respuesta si se hubiese contado con una estrategia de mantenimiento preventivo.

En relación al proceso de mantenimiento en las industrias que emplean maquinarias o equipos para su producción, se puede encontrar algunos lineamientos como elementos que influyen en su medición, sin embargo, ninguno con trascendencia similar a aquella que proporciona la confiabilidad y la disponibilidad de las unidades (máquinas) y, por ende, su mencionado impacto, al estar estos últimos relacionados con la fiabilidad y la mantenibilidad. Es de vital importancia la ejecución de las estrategias de mantenimiento en las maquinarias y equipos empleados para la producción para que, de ese modo, estos últimos sigan trabajando (funcionando) en óptimas condiciones y puedan mostrar un adecuado rendimiento o, al menos, el esperado. Cada espacio de tiempo, por mínimo que sea, en el que las unidades base de producción permanezcan inoperativas como consecuencias de las labores de mantenimiento o labores de reparación por fallas intempestivas, debe entenderse como un periodo de inoperatividad, de no producción, y de no ingresos, etcétera (Caterpillar INC, 2018, párr.4).

El mantenimiento preventivo (abreviado como PM), está definido por el método que imposibilita que la unidad pare o deje de trabajar por falla catastrófica o inesperada. En estos casos, el tiempo de inactividad de las maquinarias es utilizado al máximo para ejecutar las actividades preestablecidas, permitiendo además repararlas, y regresar a disponer de las máquinas y equipos en servicio, dentro del tiempo de inoperatividad, de la forma más pronta y eficiente posible. En esa línea, con la implementación de un plan de mantenimiento preventivo, se puede lograr mantener los equipos en operatividad, por ejemplo, en las minas, desde el punto de vista operativo, se cumplen con las condiciones adecuadas. Así, “el mantenimiento preventivo constituye en una acción, o una serie de acciones necesarias, para alargar la vida útil del equipo e instalaciones y prevenir la suspensión de las actividades laborales por imprevistos” (Domínguez, 2016, p.4).

Lo que logra evidenciarse es que, con la aplicación de un mantenimiento preventivo, se puede prever fallas imprevistas que, por lo general, resultan siendo costosas. De ese modo, se impide, en gran manera, el tiempo de inoperatividad de las unidades de producción, que nunca, evidentemente, son planificadas. Con la aplicación de un mantenimiento preventivo, además, se logra mejorar el valor de tenencia y producción de las unidades, donde el método o estrategia operativa, es primordial; con ello se logra alcanzar la eficacia del método de mantenimiento y al mismo tiempo, mejorar y ampliar las operaciones productivas. Es preciso rescatar que, la aplicación del mismo logra, efectivamente, asegurar que las fallas, defectos o averías recurrentes puedan ser identificados y planificados en sus reparaciones y, todo esto, con anterioridad a la presencia de alguna falla funcional de la unidad operativa. Sin duda alguna, su aplicación en empresas como Siderperú S.A.A. Chimbote, generará grandes beneficios.

Para iniciar, es necesario conocer ¿qué es y a qué se dedica Siderperú S.A.A. Chimbote? Se puede señalar que, según, Siderperú S.A.A.:

SIDERPERU es la primera empresa del acero en el Perú. Posee un Complejo Industrial ubicado en la ciudad de Chimbote, instalado en un extenso terreno de aproximadamente 600 hectáreas y cuenta con una capacidad de producción superior a las 650 mil toneladas de acero. Produce y comercializa productos de acero de alta calidad, destinados a los sectores de construcción, minero e industrial; tanto en el mercado local como extranjero. Cuenta con la certificación ISO 9001-2008. La compañía forma parte de Gerdau desde 2006, líder en la producción de aceros largos en el Continente Americano y una de las principales proveedoras de aceros largos especiales del mundo. (2012, párr.1).

Finalmente, la siderúrgica Siderperú S.A.A., en la actualidad se encuentra bajo la administración de la empresa internacional Gerdau (Capitalistas Brasileños), desde el año 2006, año en el que tomaron acciones de un porcentaje mayor al 70% de la siderúrgica Siderperú, siendo que los mismos se proyectaban a la exportación. Ahora bien, como toda empresa industrial que se haya en un periodo de constantes cambios a nivel cognoscitivo, práctico y de manejo de las unidades que emplea para su producción, ha implementado métodos de estudios, entendiéndose este como mejoras a nivel general. Para el logro y adquisición de nuevos saberes en su rubro, Siderperú envía a sus diferentes profesionales a capacitaciones en países como, por ejemplo, Brasil para que, de ese modo, puedan cumplir con los objetivos propios de su rubro empresarial. Esto último resulta de suma relevancia

dado que muestra el interés de obtener mejores herramientas para lograr mejorar en el rubro empresarial donde se desarrolla.

Por otro lado, se tiene conocimiento que Siderperú S.A.A. tenía muchos mantenimientos correctivos que se le realizan al manipulador de materiales, los cuales son 432 fallas durante el año 2017 de las cuales el manipulador de materiales 06-04 tenía 168 fallas por mantenimiento correctivo, así también como el manipulador 06-05 tenía 155 fallas por mantenimiento correctivo y por último el manipulador de materiales 06-06 tenía 109 fallas. Del mismo modo se logró obtener identificar las fallas totales por sistemas de los manipuladores de materiales siendo para el manipulador de material 06-04 en el sistema de motor con 54 fallas, sistema transmisión 2 fallas, sistema hidráulico 67 fallas, sistema implementos 25 fallas y el sistema eléctrico 20 fallas, así como para el manipulador de materiales 06-05 en el sistema de motor con 50 fallas, sistema transmisión 3 fallas, sistema hidráulico 55 fallas, sistema implementos 17 fallas y el sistema eléctrico 30 y por último en el manipulador de materiales 06-06 se identificó en el sistema motor 30 fallas, sistema transmisión 1 falla, sistema hidráulico 39 fallas, sistema implementos 15 fallas y por último el sistema eléctrico 24 fallas (materia de investigación) los mismos que han repercutido en paradas intempestivas y disminución de la disponibilidad de sus unidades. Del mismo modo, se logra evidenciar que el sistema hidráulico es el que tiene más fallas o averías y ocasiona paradas intempestivas (bombas hidráulicas, válvulas, solenoides), el cual está generado debido a que el manipulador de materiales trabaja con material chatarra. Ello provoca que las líneas hidráulicas empiecen a presentar un deterioro acelerado. Así también, por fallas de los sistemas motor, implementos y eléctrico, ello a razón de que en el proceso de abastecimiento de material metálico (chatarra) para su fundición, los manipuladores de materiales laboran en condiciones adversas, y esto se debe a que el terreno donde se desarrollan (tierra, polvo) llegan a obstruir el radiador y esto repercute en el calentamiento del sistema de motor; así mismo en el sistema transmisión y el sistema implementos.

Actualmente, la realidad problemática se enfocaba en el área de transportes de la empresa Siderperú. Con el párrafo precedente, se puede inferir que, en el marco de la investigación, la empresa siderúrgica Siderperú S.A.A. no ha tomaba las precauciones necesarias para el correcto funcionamiento de los manipuladores de materiales, lo que originaba, evidentemente, paradas no programadas en el proceso de producción de acero, en su

disponibilidad y en los costos para su mantenimiento. La situación problemática de los manipuladores de materiales en Siderperú radicaba en la incorrecta aplicación del mantenimiento que se le realiza a esta máquina, puesto que hay mucha presencia de mantenimiento correctivo, cuando debería notarse el mantenimiento preventivo, materia de la presente ¿y por qué? Este conflicto se debe a que no cuentan, o al menos se logra evidenciar eso, con una adecuada programación de mantenimiento, como consecuencia, la presencia de constantes fallas y averías no planificadas de los manipuladores de materiales. El mantenimiento de hoy en día, ha provocado fallas y paradas imprevistas del manipulador, esto es, detenimiento, detención e inoperatividad en los procesos de producción de acero, pese a que es sabido que estos manipuladores son los abastecedores, del material chatarra (área patio metálico), de las ollas en las que estas son fundidas y para posteriormente, siga con su respectivo proceso de producción de acero (área acería). Consecuentemente, aparecen los denominados “tiempos muertos” (en las unidades se encuentran en la espera del material a fundir), dilatación de tiempo en la reparación de fallas por carencia de suministros y las quejas presentadas en la planta acería donde su producción, efectivamente, se paraliza.

De esta manera, se puede desprender que la estrategia de mantenimiento adoptada por la siderúrgica en análisis no es suficiente. Esto estaba originado que sus operadores no realicen las actividades propias a su cargo; sino que se encargaban de otras actividades auxiliares como limpieza de talleres y lubricación de máquina. Al estudiar esta empresa, se pudo identificar que en partes del proceso de producción se presentaba paradas de las unidades, disminución de disponibilidad de las mismas, carga laboral, costos en reparación y el poco abastecimiento de material metálica al horno de fundición. Todo esto se debió a la ausencia de un sólido plan de mantenimiento preventivo, pues no presentan un registro de medición, duración y frecuencia de paradas de las unidades con las que se presentan los “tiempos detenidos o muertos”. Pese a ello, no se ha realizado medidas que corrijan y brinden una solución a tales conflictos. Por tal, se evidencia una ausencia de un plan estratégico que pueda aplicarse en las situaciones antes señaladas, generando una constante en el problema, sin buscar una solución que minimice tales fallos.

Es importante mencionar la existencia de un taller mecánico dentro área de logística de transportes, el mismo que posee un almacén de abastecimientos en el que se encuentran los repuestos para la maquinaria pesada y su posterior empleo, según su requerimiento. Ahora

bien, se presenta, muchas veces, un retraso de ciertos suministros para las unidades pesadas dado que la empresa siderúrgica Siderperú S.A.A. aún no aprueba, de manera inmediata, alguna disposición de compra para tales herramientas (repuestos) que son necesarios en el mantenimiento de corrección de fallos. Esto sucede por carecer de una estrategia de mantenimiento preventivo y, como resultado, las máquinas, al seguir con los daños presentes y sin que se le brinde una solución rápida, quedaban inoperativas de manera indeterminada hasta que se ratifique la orden de compra.

Esta situación trajo consigo la no operatividad o inoperatividad y disponibilidad de máquina, retraso en el proceso productivo de fundición de la chatarra metálica, y una impropia y riesgosa ubicación de las unidades en el taller mecánico. Ello, ha generado que las unidades de transporte de chatarra metálica, para su descarga, sean trasladadas a otra área, ocasionando una saturación y dilación en la misma dado que no cuentan con una máquina que la respalde, aspecto que también imposibilita su buen desempeño.

Todo este conflicto fue por la ausencia de un buen plan estratégico de mantenimiento preventivo, ocasionando demora en el proceso de producción, como también costos elevados. Actualmente, a modo de solución, en el almacén de la empresa Siderperú S.A.A. se puede dar prioridad a los repuestos que tienen una tendencia a sufrir averías evitando la inoperatividad de las unidades de producción, es decir, implementar la aplicación de una estrategia como la que se plantea en este trabajo.

Es importante el abastecimiento de los repuestos de maquinaria que trabajan en una empresa, y todo esto se logra únicamente con una excelente estrategia y planificación que pueda cubrir todas estas necesidades, y consecuentemente, maximizar la disponibilidad y operatividad de las máquinas que emplean para su producción. Sin embargo, otra fue la situación que se presenta cuando toca realizar un mantenimiento correctivo a los manipuladores de material, es decir, un mantenimiento que no se ha planificado o que se presentó de manera imprevista. Ello provocó que las maquinarias se hallen inoperativas, a la espera de una solución de las fallas que se presentan.

Las faltas de capacitaciones en el personal de mantenimiento originaron una mala aplicación, demoras en el momento del mantenimiento o reparación, ya que con el pasar de los años los fabricantes de las maquinarias pesadas van actualizando y mejorando los sistemas de las máquinas (motor, hidráulico, transmisión, software); en tal sentido, la

ausencia de las capacitaciones, provoca una demora en la ejecución del proceso de mantenimiento o reparación, pues se tuvo que revisar manuales para verificar las especificaciones de ajustes los componentes y las especificaciones de evaluación. Sin embargo, se puede esperar mejores resultados si se aplica una estrategia de mantenimiento preventivo.

Para las actividades de mantenimiento de maquinaria de la empresa fue necesario el uso de herramientas y equipos que faciliten el trabajo y brinden una buena calidad de servicio. Asimismo, con el uso, es necesario el cambio de dichas herramientas y equipos; sin embargo, la no renovación de estos elementos se refleja en la calidad de servicio, puesto que hay mucha demora por falta de equipo de evaluación y esto provoca más tiempo de parada de máquina. Los clientes, tanto internos como externos, son importantes, por lo que si se mejora la disponibilidad de las máquinas se tendrá a clientes comprometidos para la entrega oportuna de los repuestos y componentes para dichas máquinas, sin embargo, se observa que esto no se realiza.

En tal sentido, enfatizamos que la finalidad de la presente investigación fue obtener la mejora en la disponibilidad del manipulador de materiales de la empresa Siderperú S.A.A., aplicando para ello, la estrategia de mantenimiento preventivo. Es importante mencionar que al mejorar la disponibilidad en la empresa Siderperú S.A.A, se dispuso de máquinas operativas para el proceso de abastecimiento de chatarra metálica, bajos costos por mantenimiento y una buena aplicación del mantenimiento preventivo a la maquinaria pesada.

## 1.2. Trabajos previos

El presente trabajo de investigación es respaldado por diversos materiales bibliográficos, Tesis Profesionales relacionadas con el tema de investigación, entre otros tantos artículos que robustecieron este estudio, los cuales nos proporcionaron información imprescindible y conveniente el desarrollo del mismo. Cabe señalar, que esta amplia consulta bibliográfica se obtuvo de fuentes nacionales como internacionales.

En la investigación de Pesantez, tesis titulada “Elaboración de un Plan de Mantenimiento Predictivo y Preventivo en Función de la Criticidad de los Equipos del Proceso Productivo de una Empresa Empacadora de Camarón”, el objetivo general es establecer la necesidad e

importancia que tiene contar con un plan y estrategia de mantenimiento, no solo preventivo sino predictivo, para las máquinas del desarrollo rentable que presentan un superior índice en criticidad en la industria de empaquetado de camarones, fundado en las sugerencias directas realizado por las fábricas de las máquinas; asimismo, sugiere desarrollar un plan en el que se establezca un cuadro anual de los gastos operativos de las máquinas que presentan regularmente estas fallas, así como una proyección de la cuenta de mantenimiento correctivo y devolución de partes, insumos o repuestos, para de esta forma poder darle un seguimiento a los pagos incurridos por los mantenimientos preventivos, predictivos, y correctivos; de tal manera que, se pueda diagnosticar la postura de los mismos y su tiempo existencia provechosa, concluyendo como exitosa la aplicación de su proyecto (Pesantez, 2017, p. 260).

En la investigación de García de Elizondo, titulada “Diseño de un Programa de Mantenimiento Preventivo para Equipos Críticos de la Unidad Estratégica de Negocios (UEN) Agregados de Constructora Meco S.A” se tiene como objetivo principal desarrollar una propuesta de estrategia de mejora en la gestión de mantenimiento de la unidad estratégica de negocios agregados, mediante el diseño de un plan de mantenimiento para familias de equipos críticos en el proceso de trituración, y como resultado logra que la implementación del plan de mantenimiento aporta una mejora en la gestión de mantenimiento y disminución de los costos. Se concluye que la viabilidad económica del mismo queda demostrada, ello a razón del estudio de costos, donde recomienda la contratación de personal técnico para labores eléctricas, llevar control y mejora continua y actualizar información técnica de los equipos en SAP. (Elizondo, 2016 p. 150).

En la investigación de Vargas titulada “Diseño e implementación de un programa de mantenimiento a la flota de Tracto Camiones modelo INTERNACIONAL 9200I, asignados al área de logística en la planta de producción EL INCA de la empresa ARCA CONTINENTAL S.A.”, cuyo objetivo está en aplicar el plan de mantenimiento, se logró como resultado, mayor disponibilidad de los equipos. El autor concluye con una recomendación futura de ampliar el software con un módulo de stock de repuestos para tener mayor control de los repuestos que existen (Vargas, 2016. p. 141).

Así, es oportuno, a modo de lectura orientadora y rápida relacionada a la investigación, citar el libro *Industrial Biofouling: Detection, Prevention and Control*, donde las industrias

focalizan sus debilidades, las empoderan y las mejoran. Esta lectura orienta no solo a la detección de las situaciones que podrían poner en riesgo las industrias, sino a la búsqueda de control de las mismas, aplicando la estrategia de mantenimiento preventivo (Walker y Surman, 2000, p.123).

En la investigación de Avilés titulada “Programa de Mantenimiento Preventivo para Mejorar la Disponibilidad Mecánica del Cargador Frontal Volvo L120F en la Municipalidad Provincial de Acobamba”, se tiene como propósito fundamental la incorporación de un plan de conservación preventiva para mejorar la disposición del mecanismo de la maquinaria Payloaders Volvo L120 F del municipio de la provincia en Acobamba. En este estudio se desarrolló una estrategia pre experimental, para el cual, compiló datos de los historiales y catálogos, como fuente de su tesis. Asimismo, se aplicó la preparación de un plan de mantenimiento preventivo, organigrama estructural, análisis de criticidad de componentes, cuyo resultado fue calcular el cuadro de operatividad. Como parte de sus efectos logró identificar y determinar también los componentes críticos del cargador frontal volvo L120F fundado en períodos de laborales y en su reparación (hasta 600 horas uso). Así, con la determinación de operatividad, demostró un resultado favorable, concluyendo de esta manera, que el proyecto desarrollado es más rentable, a razón del logro alcanzado en la mejora de la disponibilidad del cargador frontal (Avilés, 2016, p. 100).

Sin duda alguna, resulta relevante abordar este tema más aun, cuando la literatura nacional brinda aportes en relación al mantenimiento preventivo. Así, uno de los artículos de InGnosis, revista de investigación científica, en aplicación a una investigación específica, reconoce el aporte de un programa de mantenimiento preventivo para la mejoría de una empresa industrial.

La presente investigación se realizó con la finalidad incrementar la disponibilidad y confiabilidad de la grúa de 50 toneladas del astillero Luguensi E.I.R.L.; para ello se empleó una investigación tipo concluyente, descriptiva – explicativa, con diseño de investigación de carácter experimental en la categoría pre experimental; donde la población estuvo conformada por las 4 grúas telescópicas móviles del astillero Luguensi E.I.R.L, y la muestra fue la grúa de 50 toneladas. Los datos fueron recogidos a través de un reporte de fallas, matriz de criticidad y un cuestionario de mantenimiento donde se identificó las condiciones de disponibilidad y confiabilidad de la grúa, sus elementos más críticos y el sistema de gestión actual; asimismo, se utilizó un registro de datos y dos formatos para el diseño del

programa de mantenimiento; además se elaboró un formato donde mostró la implementación del programa de mantenimiento preventivo en el que después se evaluaron los indicadores para verificar si se incrementaron. Se concluyó que después de implementar el programa de mantenimiento preventivo, se incrementó la disponibilidad inicial en un 0,04% y la confiabilidad en un 3,26%; alcanzando una disponibilidad de 98,96% y una confiabilidad de 71,19% (Ypanaqué y Chucuya y Esquivel, 2017, 309 pp.).

En la investigación de Añazco y Salazar titulada “Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo Planificado de Máquinas y Equipos para Incrementar la Rentabilidad en Consorcio A&A SRL”, se tiene como objetivo fundamental definir en cuanto la dación de un plan de mantenimiento preventivo planificado de las máquinas y equipos mejora la rentabilidad en consorcio A&A SRL.; obteniendo consecuentemente la ratificación de un inexistente plan como el señalado anteriormente, por tanto; tampoco se cuenta un programa o cuadro de los tiempos de pare e inoperatividad de las unidades y equipos de producción. Esto da cuenta, a simple vista, de una organización poco eficiente y que, con algunas mejoras, podría incrementar su producción y rentabilidad. Esta investigación concluye que, con el plan de mantenimiento preventivo planificado propuesto, se mejora y se obtiene un incremento en la productividad y en la rentabilidad, según señala en un 10%, conforme a la situación actual y la que se propone, reduciendo de 0 a 7 horas adicionales, de 200 horas a 220 horas. Esto demuestra la existencia de 20 horas extras de productividad y rentabilidad. (Añazco y Salazar, 2016. p. 79).

La investigación de Meléndez y Rodríguez titulada “Gestión de Mantenimiento para Mejorar la Disponibilidad de la Flota de Transporte Pesado” tiene como objetivo principal el delinear una técnica de gestión de mantenimiento para disminuir las fallas de la flota de transporte pesado de la empresa San Joaquín S.A.A., y tal, obtuvo como resultado, implementar un diseño de mantenimiento autónomo que ha permitido encuadrar las tareas, actividades y las maquinarias al diseño del programa de mantenimiento planificado, es decir, preventivo, sosteniendo en los historiales de las unidades y equipos, la jefatura de taller y las recomendaciones del fabricante. Esta investigación concluyó que tras el análisis situacional real y actual de los tractos de camiones de la empresa San Joaquín, se evidenció que se obtuvo que el motor es causante del 40 % de las fallas en el periodo de estudio. Se observa adicionalmente una transformación o mejoría, que se muestra entre el “antes” de la aplicación de la gestión del mantenimiento, y el “después” de su aplicación, (Meléndez y

Rodríguez, 2016 p. 193).

En la investigación de Ordoñez, titulada: “Estudio de la Gestión de Mantenimiento en los servicios y su incidencia en la Disponibilidad de la maquinaria pesada”, se tiene como objetivo principal el estudiar la Administración de los Mantenimientos en ML Servicios y el efecto en las disponibilidades de las maquinarias pesadas; se obtuvo como resultado la obtención de información mediante la aplicación de un método pre- experimental tras haber analizado los resultados de disponibilidad de las unidades pesada empleadas para la producción, determinaciones de Tiempo Medio entre Fallos y Tiempo Medio para Reparación (TMEFJMPR) y tiempos de mantenimiento programado; arribando como conclusión que la empresa analizada obtuvo un 54,7% como resultado en su evaluación, lo cual resulta siendo un porcentaje aprobatorio en relación a los años de vida que tiene la empresa en cuestión, es decir un periodo de 8 años, relativamente joven. La disponibilidad de la maquinaria pesada es de 94,07% (Ordoñez, 2017, p. 132).

La tesis de Aguilar y Rodríguez titulada: “Análisis de Modos y Efectos de Falla, para Mejorar la Disponibilidad Operacional en la Línea de Producción de Gaseosas N° 3”, tiene como objetivo principal analizar las fallas que afectan la disponibilidad operacional en la línea de producción de gaseosas N° 3. Se indica como resultado que cuando se pierde periodicidad del mantenimiento preventivo, así este se encuentre abajo o arriba de los tiempos que están establecidos respecto del valor de las disponibilidades en las máquinas de la línea de gaseosas N° 3, afecta el presupuesto destinado al mantenimiento de equipos, y también, el presupuesto más elevados producida por la mercancía terminada. Asimismo, se concluye que esto impacta, directamente, los costos unitarios de cada cajón realizado (Aguilar y Rodriguez, 2014, p. 81).

En la tesis de Huancaya, titulada: “Mejora de la disponibilidad mecánica y confiabilidad operacional de una flota de cosechadoras de caña de azúcar de 40 t/h de capacidad”, se tiene como objetivo específico la utilización de un software y, para su realización, hizo uso de un Software de Mantenimiento el cual, estima los datos como solución de las falla críticas, a partir de donde se aprecia valores partiendo de indicadores de confiabilidad, utilizando y determinando previamente los indicadores MTBF (Tiempo Medio entre Fallas), MTTR (Tiempo Media para reparar) y D (Disponibilidad) que permiten visualizar el estado actual de la flota. Concluye con la aplicación de un modelo para calcular la

disponibilidad mecánica y confiabilidad operacional de la flota de cosechadoras, permitiendo mejorar el rendimiento de su producción (Huancaya, 2016, p. 103).

La tesis de Tuesta, titulada “Plan de Mantenimiento para Mejorar la Disponibilidad de los Equipos Pesados de la Empresa Obrainsa”, tiene como objetivo implementar un programa de mantenimiento en las maquinarias pesadas y optimizar la disponibilidad de las mismas, y minimizar las paradas no programadas, todo a un corto importe. Utiliza una metodología descriptiva en la cual se evidenció dos tipos de variables: La primera: mantenimiento, se realiza una investigación donde se determinará la situación del presente donde se verá la siguiente variante: Disponibilidad, en equipos pesados; el resultado fue la realización de una medición de indicadores de rendimiento, calidad, eficiencia global disponibilidad, costo, mantenimiento unitario, tiempo medio para la reparación (MTTR) y, tiempo medio para fallas (MTBF); como resultado, sugiere la implementación de un plan en mantenimiento en el TPM (Mantenimiento Productivo Total), como estrategia para los equipos de la empresa constructora Obrainsa; en ella detalla y enfatiza que se deberá tener en cuenta las obligaciones de cambio e implementación que esta exige. Por último, se concluye que el indicador de disponibilidad fue superado y se consiguió alcanzar al valor máximo esperado de 91%; este valor cuantifica los efectos de los ajustes del mantenimiento como un aspecto positivo (Tuesta, 2014, p.180).

El autor determina que, con la propuesta de un programa de conservación centrado en el TPM para incrementar la disponibilidad de las maquinarias pesadas, se obtendrá una efectiva administración del mantenimiento.

### 1.3. Teorías relacionadas al tema

El mantenimiento se entiende como la actividad humana que conserva la calidad del servicio que prestan las maquinarias, instalaciones y edificios en circunstancias seguras, eficientes y económicas. Puede ser correctivo, si las tareas son necesarias, debido a que dicha calidad del servicio ya se perdió; y preventivo, si las tareas se ejecutan para evitar que disminuya la calidad de servicio. “Los conceptos de mantenimiento preventivo no varían mucho dado que la mayoría coincide en afirmar que es aquella intervención que se tiene en las máquinas para su conservación mediante la realización de una reparación que garantice su buen funcionamiento y fiabilidad, antes de una avería” (Hodson y Maynard,

1996, p. 102). Sin duda alguna, la prevención es la cura para conflictos futuros o al menos, el contar con los elementos necesarios para contrarrestar cualquier percance o situación que pueda suceder en el desarrollo y operatividad de las maquinarias empleadas en una industria específica.

Según Norman y Grey:

En la gran mayoría de empresas en Latinoamérica las compañías aplican en su concepto mantenimiento preventivo, pero realmente solo están logrando una aplicación incipiente. Muchas empresas llaman mantenimiento preventivo a desarrollar intervenciones para prevenir alguna avería sin tener estudios estadísticos y logran de alguna manera tener mejores costos y más disponibilidad; esto sigue siendo incipiente. (2000, p.739).

El no contar con mecanismos auxiliares impedirá el despegue, desarrollo, o sostenibilidad de una empresa en el tiempo, dado que el éxito de la misma depende de la capacidad de solución que pueda tener ante una situación adversa. Por otro lado, la norma X 60010 de AFNOR, tiene el concepto efectuado con la probabilidad de reducir el fallo de un bien o la degradación de un servicio perfecto, el cual se ejecuta antes de que se produzca el fallo o avería, basándose en el fuerte convencimiento de la prevención como política de gestión (Seas, 2012, p.15). Esta clase de mantenimiento se caracteriza por incluir revisiones programadas o planificadas, reemplazando componentes y overhaul para prevenir y así evitar los posibles desperfectos catastróficos y disminuir el deterioro; es decir, se haya enfocado en la prevención de averías y defectos (Monks, 1999, p.373).

Una de las sugerencias más importantes para alcanzar un superior funcionamiento a través del tiempo del sistema productivo en la empresa es realizar un plan de mantenimiento preventivo, con el fin de incrementar la mantenibilidad y confiabilidad de los equipos, es decir optimizar el tiempo de reparación de los equipos e instalaciones. Sin duda alguna, esta planificación previa, este mantenimiento preventivo, evidenciará fallas, y futuras averías que se pueden evitar al aplicarse este tipo de estrategias de prevención. Este plan básicamente está compuesto por un modelo básico de calendario, en el que se señala los ciclos de variación de los componentes de las maquinarias, insumos y equipos (por ejemplo, fajas, poleas, bolilleros, aceite y filtros).

De este modo, Torres, refiere que:

Este calendario por lo general se confecciona en una planilla Gantt donde se incluyen todas las actividades a ser ejecutadas en el equipo y máquina que forman parte del parque productivo del proceso en la industria en estudio. Dentro del mismo calendario, se aplicará para cada equipo todos los partes sean estos insumos, repuestos o equipos que deberán mantenidos, reemplazados y controlados, durante un periodo de tiempo que por lo general es en un periodo anual. Por medio de esta herramienta se podrá estimar la fecha y el tiempo de parada para efectuar el mantenimiento a estos o ejecutar las tareas consideradas, calcular costos, destinar recursos humanos, físicos y financieros; es decir que principalmente servirá de tablero de control y guía para las operaciones a efectuar. (2005, p.264).

Estas tareas de ejecutar son el sustento del calendario de mantenimiento preventivo. Las mismas se encontrarían relacionadas a través de hipervínculo en forma de informe al plan de mantenimiento; dicha aplicación que es el plan, debe contener especificaciones tales como los referidos a las tareas; la frecuencia, dirección de los intervalos de duración para realizar una labor donde los repuestos o insumos cambian, indicando las especificaciones de los mismos y las cantidades por su tipo.

Asimismo, “se tiene que reforzar la disponibilidad, la fiabilidad y la mantenibilidad de los métodos productivos con el manejo de una planificación de mantenimiento efectivo” (García, 2012, p. 57). La disponibilidad se define como la posibilidad estadística de que un método productivo pueda realizarse para cuando lo solicite, dentro de un determinado tiempo de temporada; en suma, se puede especificar y, sobre todo afirmar que, “gracias al mantenimiento preventivo, se pueden mantener los equipos en excelentes condiciones, se evitan fallas costosas y el tiempo de inactividad no planificado, y se optimizan los costos de posesión y operación de los equipos” (Navarro, 1997, p.159). Este proceso es importante para para lograr la eficacia del mantenimiento aplicado y la de reparación, considerándose uno de los focos relevantes en la planificación e ideación estratégica a modo general, para la regulación del mantenimiento de las unidades de producción. También ayuda a la identificación de los desperfectos, fallas y que las reparaciones sean planificadas, programadas y se ejecute con anterioridad a la presencia de alguna avería o falla (Madrigal, 2007, p.147).

Uno de los indicadores macros y bases en el mantenimiento industrial es la disponibilidad, la misma que es definida como aquella disponibilidad que se pueda tener de algún equipo, maquinaria o unidad que interviene de manera directa o no en el proceso de producción de algún producto o servicio que desarrollo determinada empresa, como la siderúrgica

analizada en este trabajo. Para ello es requisito fundamental que la misma se halle bajo condiciones óptimas y que, sobre todo, cuente con un mantenimiento adecuado, es decir, se tenga un control previo de las fallas y problemas que estas máquinas presenten en el desarrollo de su vida útil. Si se cuenta con lo anterior, se obtendrá una operatividad y disponibilidad de tales unidades, se acelerará los procesos de producción y se reducirá el tiempo de inoperatividad por determinadas fallas. Es un indicador que resume de manera cuantitativa el perfil de funcionalidad de un equipo.

La mayoría de los usuarios asegura que necesitan determinar, evaluar y controlar la disponibilidad de un equipo tanto como también la seguridad. Para tal caso, se puede hallar distintos métodos para obtener este indicador, y uno de estos, es contar con un equipo que, al presentar determinadas fallas, su reparación sea de fácil de pronosticar, y el otro es que sea confiable, sin que este sea demasiado costoso, por ello, en otro pasaje, Pinto (1995), se reafirma en señalar que “la disponibilidad, objetivo principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de un componente o sistema que sufrió mantenimiento, ejerce su función satisfactoriamente para un tiempo dado” (p. 222).

El primordial objetivo del mantenimiento preventivo es ampliar las ventajas de tener operativo tu unidad o maquinaria que se emplea en los procesos de producción, es decir, incrementar el tiempo de disposición que se tiene de este, para el pleno y normal desarrollo de las actividades de producción de bienes y servicios que ofrezca determinada empresa industrial. Por otra parte, reducir las fallas y deterioro de los equipos de manera prematura, es decir, si no se cuenta con una estrategia preventiva se continuará degenerando y perjudicando los equipos empleados, por consiguiente, el tiempo de vida útil se reducirá, contrario sensu, si se cuenta con un correcto plan estratégico que asegure el normal desarrollo de las unidades, y sobre todo, se detecte a tiempo futuros fallos o averías que perjudiquen en la producción, se logrará con el propósito inicial que busca la aplicación de esta estrategia de mantenimiento, y el mejor y gran beneficio se verá en la rentabilidad de la producción. Así tenemos algunos indicadores como la confiabilidad, que se determinará a partir de los números y periodos de tiempo que duran las fallas, los tiempos no solo de operatividad sino también de las tareas de producción, etc. Por su parte, la mantenibilidad se evidencia en las estrategias de mantenimiento, es decir, los periodos de mantenimientos que han sido planeados previamente. La disponibilidad ha sido medida (por cálculo y deducción matemática) a partir de la confiabilidad y de la mantenibilidad. Estos

indicadores permiten tener una escala relevante y útil en los casos en que el usuario o el gestor del mantenimiento, deba tomar decisiones para elegir sobre un equipo entre varias alternativas. En tal sentido, para la toma de una correcta y objetiva decisión en relación a la adquisición de nuevas unidades, es de vital importancia conocer y tomar en cuenta la información global de todas sus cualidades, entre ellas la disponibilidad, que es una medida que suministra una imagen completa sobre el perfil de funcionalidad.

Las modelaciones simples y complejas de procesos, donde se representan los estados posibles de un sistema, y las probabilidades de transición entre estos, al asumir que las probabilidades de transición entre estados posibles (funcionamiento u ocurrencia de falla con reparación), son constantes al considerar que la tasa de fallas  $A(t)=1/MTBF$  y la tasa de reparaciones  $p(t)=1/MTTR$  bajo hipótesis de comportamiento y ecuaciones diferenciales, permiten demostrar la validez de los indicadores de la disponibilidad en función de MTBF y MTTR. En suma, se puede afirmar que las averías o fallas se hayan vinculadas a la confiabilidad, las reparaciones relacionadas con la mantenibilidad y, por último, las posibilidades de operatividad y de producción que generen bienes o servicios, con la disponibilidad. (Mora, 2009, p.30).

El Plan o programa de Mantenimiento en una estrategia preventiva empresarial que se haya plenamente definida documentalmente, contiene una serie de tareas programadas, las mismas que deben ser ejecutadas en las plantas industriales donde se encuentran los equipos y máquinas que se emplean para los procesos de producción, con el propósito de asegurar y garantizar la disponibilidad de los mismos. Cabe resaltar que, este documento que plasma el plan de mantenimiento preventivo, se haya vulnerable, es decir, con tendencia a sufrir de cambios en pro de mejoras. La composición de ese documento que contiene el plan de mantenimiento es compleja, ello a razón de que atraviesa por distintas fases o ciclos, comenzando con la recopilación y señalización de las maquinarias y áreas que cuenta la empresa, para luego de haberlas identificado plenamente, se pueda dar inicio a las estrategias que se emplearán en pro de mejorar ciertas áreas de ellas, o de ciertas unidades que requieren de mayor atención dado la importancia que tienen en el proceso de producción de bienes y servicios que ofrecen las empresas tales como la siderúrgica Siderperú S.A.A Posterior a estos análisis y saberes previos, se puede dar inicio a la elaboración y designación de determinadas tareas que estarán señaladas en el Plan de

Mantenimiento Preventivo. De ella, desemboca su importancia en el rubro de las industrias.

Este Plan de Mantenimiento Programado estará conformado por una serie de Gamas o tareas de mantenimiento, que contendrán la lista de las actividades o tareas por realizar, asociadas a las especialidades que se presenten dentro de la planta industrial donde se hayan las maquinarias y unidades de producción. Contrario sensu, el mantenimiento no programado quedará reflejado en un documento denominado Diagnóstico de Averías, en el cual se indicarán los síntomas, causas y soluciones de las principales averías, problemas e incidencias en la planta o instalación (García, 2003, p.85). Por programación de mantenimiento debe entenderse a la serie de actuaciones relacionadas y enfocadas a ordenar y organizar actividades (tareas) en un tiempo determinado previamente, distribuyéndolas de tal manera que se logre una racionalización de los recursos (humanos, respuestas, herramientas, financieros, etc.). Para su ejecución, es importante tener en cuenta 3 variables, el tiempo programable para mantenimiento TPPM, la carga de trabajo de mantenimiento (CTM) y los recursos (Capacidad del departamento de mantenimiento) (Montilla, 2016, p.85).

En cuanto a lo concerniente a la disponibilidad, los efectos de las fallas en los procesos de fabricación se deben evaluar y analizar desde el impacto de la calidad en el mantenimiento, y en los niveles de la producción. La calidad de la unidad termina tomando un rol importante a la hora de aumentar la productividad, rentabilidad y la competitividad de las empresas, de ahí la relevancia de la aplicación del mantenimiento preventivo en la calidad productiva, ya que es difícil creer que se obtendrá un producto de calidad cuando ha tenido una serie de inconvenientes en el proceso operativo. Las intervenciones de un mantenimiento se hayan claramente vinculadas a la calidad misma de los trabajos y esto es, a la calidad de la maquinaria en relación a las características propias que posee, tanto físicas como funcionales. Estas determinarán finalmente el grado de inoperatividad o, lo más importante, la disponibilidad que se puede tener de las maquinarias o unidades que emplean las empresas en su proceso de producción, en otras palabras, una relación íntima entre producción, máquina y mantenimiento.

También es conveniente señalar que las estrategias de mantenimiento inciden en la producción misma, es decir, bienes o servicios que se brinda al mercado. Así, cada evento

en el que se presenta alguna falla de determinada máquina, probablemente no se sienta o perciba mucho, sin embargo, cuando esta situación se totaliza, es decir se presenta de modo global en todas las unidades que se emplean para la elaboración de los productos que se ofrecen, el panorama es distinto, pues se ve reflejado, inmediatamente, en la economía de la empresa. Las consecuencias de las fallas y de las mejoras en los equipos, se miden y evalúan en relación al impacto que se tiene sobre la organización o sus componentes y las máquinas o sus componentes.

El propósito de emplear un mantenimiento está enfocado en varias líneas, entre ellas, la atenuación o eliminación de consecuencias perjudiciales de las máquinas operativas mediante el empleo de herramientas simples o en su defecto, avanzadas, con la intervención de las operaciones correspondientes, y las estrategias propias de mantenimiento. En muchos casos, es probable que las consecuencias sean más importantes que las características técnicas de las fallas en sí mismas; en tal sentido, consiste en la descripción de lo que ocurre en cada modo de falla. El impacto de la implementación de la tecnología de gestión de activos en las empresas refleja en sus cuatro objetivos principales, la reducción de costos en la gestión y operación del mantenimiento, aumento de la disponibilidad de los equipos y líneas de producción, incremento de la vida útil de los activos y disminución de los niveles de inventarios de repuestos e insumos, que son los que obligan a tener inversiones almacenadas con tener beneficios (Mora, 2009, p.294).

La mejora de la disponibilidad contribuye al aumento de la mejora de la confiabilidad, esto es, se presencia la operatividad continua de las maquinarias empleadas, y del mismo modo, el proceso productivo se maximiza. Esta situación demuestra que a mayor disponibilidad, mayor será la vida y utilidad de las unidades, puesto que habrá un mejor y mayor tiempo para atender directamente a las necesidades del mercado y a los fines propios de la empresa (mediante la utilización del Ready Time) que a intervenciones generadas a causa de algunas fallas o averías en el proceso de producción de algún bien o servicio que la empresa esté desarrollando. (Mora, 2009, p.56).

En síntesis, se presenta una mejora en la disponibilidad de las unidades empleadas en los procesos de producción de toda empresa cuando se reduzca o elimine el número de intervenciones por fallas o averías imprevistas o el tiempo que se emplea en las reparaciones. Contar con un plan de mantenimiento preventivo garantiza esta mejoría, en

porcentajes altos o según sea analizada y aplicada a cada empresa de modo particular, pero, siempre, obteniendo, luego de su aplicación, resultados favorables. Cuando se prevé este tipo de situaciones, como fallas o averías, los tiempos de inoperatividad y de no producción se reducen y, por consiguiente, se acelera el rendimiento, la mejora y logra una mejor rentabilidad de la empresa. Una mayor comprensión e identificación de las fallas de dispositivos, ayuda en la identificación de las mejoras que pueden introducirse en los diseños de los productos, para aumentar su vida o por lo menos para limitar las consecuencias adversas de las fallas.

Los factores predominantes que influyen sobre la disponibilidad de las máquinas, son el tiempo medio para falla (TMPF) o el tiempo medio entre fallas (TMEF) y el tiempo medio de reparación (TMPR), sin dejar en segundo plano el número de fallas, con las que, para la alta gerencia, es posible evaluar las distintas alternativas de acción, logrando incrementar de forma rentable la disponibilidad de sus sistemas (García, 2012, p.129).

Los tiempos medio entre fallas (TMEF) indican el intervalo de tiempo más probable entre el arranque del equipo y la aparición de una falla; es decir, el tiempo promedio transcurrido hasta que se suscita la falla que paraliza la unidad, dejándola inoperativa hasta que se le brinde su correspondiente revisión y futura reparación para posteriormente, entrar en actividad y continuar con el proceso de producción. Mientras mayor sea el valor de la disponibilidad de las maquinarias empleadas, mayor y más alta será el índice de confiabilidad que generará en el sistema; por lo tanto, el TMEF es uno de los parámetros más importantes utilizados en el estudio de la confiabilidad, que de manera directa determina la disponibilidad del equipo entre el lapso de fallas; este debe ser tomado como un valioso indicador que representa el comportamiento que viene desarrollando un determinado equipo de producción que se emplea en las distintas plantas industriales (García, 2012, p.130).

Asimismo, para la determinación de este indicador, se debe tomar en consideración los tiempos entre un fallo y otro, es decir, cada cuanto tiempo se presenta esta falla, y el número de las paradas o tiempo en inoperatividad de las unidades; del mismo modo, los tiempos promedios empleados en la reparación (TMPR), constituyen la medida de la distribución de los tiempos de reparación del equipo o del sistema que se destinan en taller con equipo parado. Este indicador mide la efectividad en reponer las unidades y lanzarlas

nuevamente al ruedo en las condiciones óptimas de operación. Una vez que la maquinaria se halle fuera de actividad a causa de una avería, en el lapso de un tiempo establecido. Las perspectivas financieras de los clientes usuarios, procesos y aprendizaje, nos llevan a calcular la disponibilidad a través del Tiempo Promedio para Reparar y el Tiempo Promedio para Fallar, esto en función de las fallas encontradas, logrando así una mayor relación entre los aspectos de la producción y de las finanzas en función de la Disponibilidad, de similar manera con los parámetros de Fiabilidad y pronóstico (ReliabilityWeb, 2018, párr. 5).

La práctica de ingeniería de confiabilidad, la gestión de activos, la medición de los indicadores y la gestión de la disponibilidad; así como, la reducción de los costes asociados a los de mantenimiento, componen los propósitos principales de las industrias orientadas a afirmar la eficacia en la gestión de la estructuración de los mantenimientos. Los Indicadores de mantenimiento y los sistemas de planificación empresarial asociados al área de efectividad, admiten valorar la actuación operacional y funcional de las instalaciones, sistemas, equipos, dispositivos y componentes. En ese sentido será posible efectuar un método de mantenimiento encaminado a afinar la labor de la gestión de mantenimiento (Bsgrupo, 2018, párr.7).

La disponibilidad es una función que nos ayuda a determinar el periodo global en el que una máquina empleada en el desarrollo productivo se encuentra disponible para desarrollar la tarea que se le es propia, es decir, para la que está destinada. A través del estudio de los factores que influyen sobre la disponibilidad, los que primordialmente son los referidos al TPPF y el TPPR, es posible idear alternativas para maximizar los niveles necesarios de la disponibilidad que debe tener toda unidad empleada en el rubro industrial. En los sistemas respecto de la gestión del mantenimiento, con el apoyo del procesamiento electrónico de estos datos o registros, se busca analizar al máximo la información relacionada con los equipos (registro) y materiales (repuestos), establecer las tareas adecuadas para ejecución de intervenciones programadas dentro de un programa; esto a través de los mantenedores y operadores, definir el momento adecuado para la ejecución y los recursos que serán utilizados (planificación), reducir al máximo las tareas burocráticas de los ejecutantes de mantenimiento que son las que no dan valor agregado, al mismo tiempo que se establece de forma completa, los registros que serán recuperados en una intervención relacionada

con registros de otras áreas, de manera directa o indirectamente implicadas con la función mantenimiento (Tavares, 2000, p.6).

Es así que el índice de Disponibilidad o Performance operacional es de gran relevancia dentro de la gestión del mantenimiento, ya que, a través de éste, se puede determinar un análisis del comportamiento operacional de determinadas máquinas para determinar si se encuentra o no dentro de los estándares aceptables. Para su observación, se recomienda poner en un programa a través de diagramas por lo general Gantt con periodicidades mensuales, semanales, pero que estas sean de comportamiento periódico.

Como variante de las estimaciones en los cálculos de Disponibilidad absoluta, pueden ser obtenidas de los tiempos que se emplean tanto en sus intervenciones correctivas, es decir, cuando ya se presenta alguna falla de manera imprevista, o de índole preventivo, cuando ya se tiene un control previo de su intervención, valga aclarar, cuando se sabe previamente los periodos de intervención en los que la maquinaria requiere de un próximo mantenimiento y las zonas más vulnerables que estas presentan. A este tipo de cálculo se le denomina disponibilidad relativa, cuya suma de valores siempre totalizarán 100%. El análisis de la disponibilidad relativa debe ser realizadas en comparación con la disponibilidad absoluta, a través del producto de una por la otra (Tavares, 2000, p.55).

La coordinación hallada entre los sistemas internos de planificación o de organización de los procesos productivos, de la estrategia de mantenimiento, de la ideación para obtener en la brevedad posible los repuestos e insumos requeridos. Elevados índices en los indicadores de disponibilidad de las unidades, de su utilidad, aumento de la confiabilidad de las mismas, como resultado de mantenimiento optimizado, administración de repuestos y alta calidad de productos, son metas que pueden ser alcanzadas solamente cuando hay operaciones y gestión del mantenimiento, las que trabajan de manera unificada. El análisis de los criterios de mantenimiento a ser aplicados, dependen normalmente del estudio de disponibilidad frente a la exigencia de utilización de la máquina. Sin embargo, se debe enfocar otros puntos secundarios que resultan de gran importancia a la hora de armar un plan de mantenimiento en las industrias, como son el costo de mantenimiento, el tiempo promedio entre fallas; es decir, cada cuánto tiempo se presenta la falla o avería y en qué unidad se localiza esta problemática, el tiempo medio para reparar, la obsolescencia del equipo, las condiciones de operación a que son sometidos, los aspectos de seguridad y los

aspectos relativos a la conservación y uso adecuado del medio ambiente (Tavares, 2000, p.136).

La determinación de la Disponibilidad final resulta siendo un factor determinante para evaluar si la estrategia incorporada en el proceso de mantenimiento preventivo aplicadas en la disponibilidad inicial ha aumentado o no. Esto permitirá obtener un indicador que ampliará el panorama de mejoría o no entre la disponibilidad inicial de los equipos o maquinarias con la disponibilidad final. Los beneficios incluyen la reducción significativa del tiempo muerto provocado por fallas del equipo, así como el hecho de que evitan los costos más altos de reparación por fallas de índole catastrófica y que son inesperadas. El mantenimiento predictivo, también permite reducir la necesidad de programar el tiempo muerto para dar servicio preventivo, lo que garantiza una mayor disponibilidad; en tal sentido, el tiempo muerto no programado tiene altos costos fijos y variables, siendo estos uno de los mayores impactos como producto de las pérdidas de ingreso.

El costo no es solo la pérdida del margen de ganancia debido a la pérdida de ingreso, sino también el valor del impacto total perdido menos los costos directos de producción, evitando algunos como materiales o energía. Otro impacto a considerarse es el tiempo muerto no programado, representado por los costos ambientales por producto de desperdicio o del que esta fuera de las especificaciones, aunándose en estos el incumplimiento regulatorio y de seguridad (Emerson Process Management, 2000, párr.4). Para el caso de esta investigación, el impacto respecto de la mejora de la disponibilidad, será el que resulte de la evaluación cuantitativa de la combinación como resultado de análisis de las disponibilidad cuantitativas al inicio y término del manipulador de materiales, modo tal que se pueda analizar y verificar si el mantenimiento preventivo es una táctica adecuada con la cual se mejora la disponibilidad y por ende la confiabilidad desde el punto de vista operativo en este tipo de equipos para el proceso de la siderúrgica (Emerson Process Management, 2000, párr.6).

#### 1.4. Formulación del problema

##### 1.4.1. Problema general

¿De qué manera mejoró la disponibilidad del Manipulador de materiales, aplicando la estrategia del mantenimiento preventivo en la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, 2018?

## Problemas específicos

- ¿De qué manera el diagnóstico de la disponibilidad inicial en el mantenimiento preventivo, mejorará la disponibilidad del Manipulador de materiales en la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, 2018?
- ¿De qué manera la estrategia de mantenimiento preventivo mejorará la disponibilidad del Manipulador de materiales en la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, 2018?
- ¿De qué manera la evaluación del impacto del mantenimiento preventivo mejorará la disponibilidad del Manipulador de materiales en la empresa Siderperú S.A.A. 2018?

### 1.5. Justificación del estudio

El presente proyecto tuvo gran importancia en el mejor desarrollo, rentabilidad y funcionamiento, tanto de las máquinas empleadas como de la empresa siderúrgica Siderperú S.A.A. Ello se debe a que, con la aplicación de la estrategia de mantenimiento preventivo en la maquinaria que emplea la empresa en mención, se espera reducir el número de paradas; es decir, minimización de inoperatividad de las maquinarias empleadas y, por consiguiente, el aumento de la disponibilidad de los mismos. Esta ventajosa situación es uno de los beneficios que genera utilidad de la empresa.

La aplicación de un mantenimiento preventivo en el manipulador de materiales de la empresa Siderperú S.A.A., no solo redujo el número de futuras paralizaciones de la maquinaria, sino que, además, no permite efectuar gastos innecesarios (entendiéndose esta última como aquella situación que se presenta por la falta de prevención), que genere su reparación o inmediata solución.

Adicionalmente, permitió a la empresa generar un antecedente que permitirá y auxiliará a los estudiosos en la materia que se presenten en los próximos años, los mismos que se encuentran vinculados con la ejecución de mantenimientos preventivos. De esta manera, se

maximizará las disponibilidades de maquinarias, tomando en cuenta que su costo de producción bordea exuberantes montos de dinero.

Por otro lado, la aplicación de un mantenimiento preventivo, auxiliado de un adecuado valor metodológico, favoreció la aplicación de procedimientos en las distintas fases. Es decir, con ella se obtuvo un diagnóstico, no solo de disponibilidad de maquinaria, sino también, de las causas de las paralizaciones e inoperatividad de los equipos que emplean las empresas, en este caso, la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote. Además, con este método, se logró precisar y calcular los tiempos en las fallas de las máquinas, tiempo empleado en su reparación; que permitió comparar estos indicadores con los anteriores y, denotar la mejoría del mismo al aplicarse la estrategia de mantenimiento preventivo.

En resumen, la propuesta desarrollada en la presente investigación, permitió no solo la optimización en la disponibilidad del Manipulador de materiales de la empresa siderúrgica Siderperú S.A.A., sino que además, la reducción del número de riesgos o posibles paradas que puedan presentarse en el proceso anterior y proceso posterior; redujo también los costos (en lo que a gastos innecesarios se refiere) de la siderúrgica y consecuentemente, generó un beneficio para el personal que labora dentro de ella, esto es, a la hora de la repartición de las utilidades.

Finalmente, el presente trabajo es un resultado de suma importancia no solo para estudiantes y profesionales de la ingeniería industrial, sino también, para el público en general que desee abordar temas relacionados al mantenimiento preventivo en maquinarias (como las enfocadas en este proyecto) y requieran como fuente de información este estudio.

## 1.6. Hipótesis

### 1.6.1. Hipótesis general

**H0:** La aplicación de la estrategia de mantenimiento preventivo no permitió mejorar la disponibilidad del manipulador de materiales en la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, 2018.

**H1:** La aplicación de la estrategia de mantenimiento preventivo mejoró la disponibilidad del manipulador de materiales en la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, 2018.

### 1.6.2 Hipótesis específica

- El diagnóstico de la disponibilidad inicial mejora la disponibilidad del manipulador de materiales en la empresa Siderperú SAA - Chimbote 2018
- La aplicación del mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad del manipulador de materiales de la empresa Siderperú S.A.A. - Chimbote 2018
- Si se evalúa el impacto de la variación porcentual se mejora la disponibilidad del manipulador de materiales de la empresa Siderperú S.A.A - Chimbote 2018

### 1.7. Objetivos

#### 1.7.1. Objetivo general

Mejorar la disponibilidad del manipulador de materiales de la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote 2018, aplicando la estrategia de un plan de mantenimiento preventivo.

#### 1.7.2. Objetivo específicos

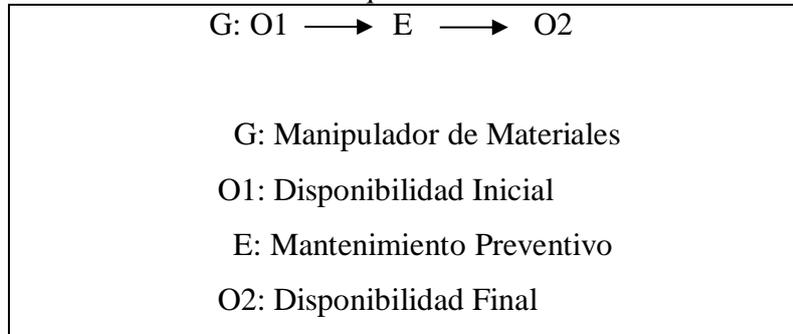
- Diagnosticar la disponibilidad inicial, para mejorar la disponibilidad del manipulador de materiales en la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, 2018.
- Aplicar el mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad del manipulador de materiales en la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, 2018.
- Evaluar el impacto total respecto de la variación porcentual de la disponibilidad inicial y disponibilidad final del manipulador de materiales en la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, 2018.

## II. MÉTODO

## 2.1. Diseño de la investigación.

El presente estudio de Investigación pre – experimental, permitió conocer la influencia que existe entre el mantenimiento preventivo y la disponibilidad sobre el Manipulador de materiales en la Empresa siderúrgica Siderperú S.A.A. Chimbote, 2018.

Tabla 1. Esquematización del diseño



Fuente: Elaboración propia, plasmando el esquema del diseño propuesto (aplicable).

## 2.2. Variables, operacionalización.

Variable independiente (X):

- Mantenimiento preventivo.

Variable dependiente (Y):

- Disponibilidad

Tabla 2. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional		Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<b>V. Independiente (X)</b>	<p>El mantenimiento preventivo es el conjunto de actividades enfocadas en la prevención de posibles fallas o averías en equipos o maquinarias.</p> <p>La ejecución de las tareas básicas puede indicar la necesidad de realizar tareas programadas adicionales, mantenimiento correctivo programado, modificaciones, overhaul, etcétera.</p> <p>(MONTILLA, Carlos 2016. 233 pp. ISBN: 9789587222388)</p>	<p>El mantenimiento preventivo se inició con una auditoria inicial, identificando criticidad y ocurrencia de fallas, también se realizará el programa de mantenimiento preventivo permitiendo planificar las actividades a realizarse; y después, se realizará la auditoria final de mantenimiento verificando los resultados. (Morales 2018)</p>	D1:	DIAGNÓSTICO	Auditoria	Cualitativo Nominal
					Registro de Fallas inicial	Cualitativo Nominal
					Disponibilidad inicial	Razón
			D2:	PLANIFICACIÓN	Plan de Mantenimiento Preventivo	Cuantitativo Nominal
					Control cumplimiento	
					D3:	IMPACTO
<b>V. Dependiente (Y)</b>	<p>Se define como la probabilidad de que una maquinaria o equipo esté funcionando correctamente en el tiempo que pueda ser</p>	<p>La disponibilidad se verá reflejada en contar la mayor probabilidad de que el equipo funcione correctamente, cada vez que se lo necesite; para asegurar, debemos medir la disponibilidad inicial y la disponibilidad final, con ello;</p>	<b>d1:</b>	FIABILIDAD (TIEMPO MEDIO ENTRE FALLA)	$TMBF = \frac{\text{HORAS DE OPERACION}}{\# \text{ DE FALLAS}}$	Razón
				MANTENIBILIDAD (TIEMPO DE	$TMTR = \frac{\text{HORAS DE FALLAS}}{\# \text{ DE FALLAS}}$	Razón

<b>DISPONIBILIDAD</b>	solicitado (MORA, Alberto. Mantenimiento. Planeación, ejecución y control. Bogotá: Alfaomega Colombiana S.A, 2009. 267 pp. ISBN: 9789586827690)	conseguiremos medir el impacto de la disponibilidad de las máquinas (González, 2018)	<b>d2:</b>	REPARACIÓN)		
			<b>d3:</b>	DISPONIBILIDAD	$DISPONIBILIDAD = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$	Razón

Fuente: Elaboración propia, tomando en cuenta la información proporcionada en el marco teórico para identificar las variables.

### 2.3. Población y muestra.

#### 2.3.1. Población

Se consideró el total de equipos manipuladores de materiales que prestan servicio a Siderperú S.A.A, los mismos que son tres unidades (03) manipuladores de materiales.

#### 2.3.2. Muestra

La muestra resultó de la elección que tomó el investigador de acuerdo a su conveniencia.

#### 2.3.3. Determinación de la muestra:

Se trató del caso de poblaciones finitas (tamaño conocido, pequeño), en las cuales fue determinada de manera conveniente.

### 2.4. Técnicas e instrumentos de validación de datos, validez y confiabilidad.

Las mismas que fueron referidas a los formatos en donde se encuentran registrados los datos de operación de los equipos, son:

**Datos generales de equipo:** Documento (formato) que se utilizó como un registro detallado de especificación técnica de la máquina que fue objeto de análisis, la cual se refiere a las características operativas, físicas, datos de fabricante, marca, etc., que se pueda obtener del manipulador de materiales.

**Registro de fallas:** Formato donde se registró las fallas que ha ocurrido en las máquinas, tiempos de reparación, horas de proceso y la acción realizada, sean estos mantenimientos preventivos o correctivos. Se inicia desde el primer día de operación de la maquinaria hasta su cese, es decir, su baja. En ese lapso de vida útil, es seguro que se haya presentado una serie de actividades con la misma, las cuales quedarán registradas de manera secuencial, con de fecha, evento o mantenimiento que se le realizó.

**Control de cumplimiento de equipo:** Documento donde se estableció un control de tiempos en operaciones e intervenciones que sufre la máquina analizada, así como el tiempo de inoperatividad, el tiempo que se haya en el taller por mantenimiento. Este instrumento resulta de vital importancia puesto que permitirá analizar el indicador en MTBF, MTTR, número de fallas e impacto.

**Programa de mantenimiento preventivo:** Este instrumento nos permitió saber de importancia y consistencia a la hora de la planificación, toma de datos en la inspección preventiva y ejecución del mantenimiento preventivo.

#### 2.4.1. Validación del instrumento.

Juicio de experto

En la presente investigación, el juicio de expertos sirvió para la evaluación del instrumento. Allí se observaron las dimensiones y el indicador de medición, los mismos que fueron respaldados y calificados por los expertos:

Ing. Julio Calderón León

Ing. Roberto Espinoza Infantes

Ing. Orville Mendoza Serrano

#### 2.4.2. Confiabilidad del Instrumento.

La variable independiente, mantenimiento preventivo, tiene la confiabilidad de estar validado por la empresa siderúrgica Siderperú S.A.A., puesto que los datos recopilados son proporcionados por la misma empresa que, para corroborar y dar veracidad a la información, tendrá el sello y firma del jefe de mantenimiento del área de transportes de la empresa antes señalada.

#### 2.5. Método de Análisis de datos.

##### 2.5.1. Cuantitativo:

El trabajo de investigación inició con el diagnóstico preliminar de la situación actual del mantenimiento existente en las maquinarias de la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, a fin de que posteriormente, este sea comparado y contrastado con el diagnóstico de la disponibilidad final, a la hora de aplicarse el plan de mantenimiento preventivo; lo que permitió evaluar el impacto de la aplicación de esta estrategia de mantenimiento sobre la disponibilidad inicial con relación a la disponibilidad final del Manipulador de materiales.

#### 2.6. Aspectos éticos.

Acorde con el código de ética en investigación de la Universidad Cesar Vallejo, se espera cumplir con todos los artículos estipulados en la Resolución de Consejo Universitario N°0126-2017/UCV., de modo tal que se pudo brindar una información que respetó las normas establecidas para el desarrollo y cumplimiento de esta investigación, con fuentes

citadas pertinentemente y con información que los autores puedan brindar para seguir mejorando las indagaciones. Este estudio se somete a las sanciones necesarias si no se logra cumplir con lo pactado; por lo tanto, existe un compromiso de legitimidad respecto de los resultados y garantía de la veracidad de los datos proporcionados por la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote.

Asimismo, y respecto a lo indicado en el artículo 14° de la Publicación de los Investigadores, en la que se menciona que la difusión de los resultados debe realizarse una vez concluida la investigación, se evidenciará y cumplirá la misma con la finalización del artículo científico siguiendo las pautas mencionadas por la revista de la Universidad César Vallejo.

De acuerdo con el artículo 15°. De la política anti plagio, los investigadores se someten al programa denominado Turnitin, con el que se detecta el nivel de similitudes de las fuentes investigadas; es así que este se aplicó al proyecto de investigación, por lo tanto, la Universidad Cesar Vallejo a través de este artículo promueve la originalidad de las indagaciones.

Respecto a los derechos de autor, el artículo 16°, indica que los coautores tienen derecho a la autoría y difusión parcial o total del trabajo de investigación. Ello estipula someterse a sanciones graves si se comete algún acto fuera de los parámetros éticos de la investigación, por lo tanto, se recalca que los derechos inscritos en esta normativa tienen carácter moral y patrimonial estipulados en el reglamento de la Universidad César Vallejo.

Según el artículo 17°. Del investigador principal y personal investigador, se acota que los coautores se organizan de manera responsable y estarán liderados por un docente que planifica, dirige y ejecuta la investigación; además, si se recibe financiamiento se debe rendir cuentas de los gastos al Vicerrectorado de Investigación y calidad; en tal sentido, esta investigación se sometió a lo pactado en este artículo para poder respetar los acuerdos y evitar las sanciones respectivas; de este modo, se evidenciará la originalidad del estudio.

### III. RESULTADOS

#### 3. Variable X: Mantenimiento preventivo

##### 3.1 Dimensión 1: Diagnóstico

##### 3.1.1. Diagnóstico de la disponibilidad inicial a través de auditoría

Para realizar el diagnóstico de la disponibilidad inicial y disponibilidad final, primero se tuvo que realizar la auditoría (Anexo 05) del sistema de mantenimiento en la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, donde se analizó los criterios del mantenimiento. En la (Tabla 3) podemos verificar el porcentaje de cada criterio en mantenimiento de la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote.

Tabla 3. Resumen auditoría gestión de mantenimiento

CRITERIOS DE AUDITORÍA TÉCNICA DE MANTENIMIENTO	PUNTAJE OBTENIDO	PUNTAJE ÓPTIMO	PORCENTAJE	PORCENTAJE
Cualificación y Rendimiento del Personal de Mantenimiento	46	84	<b>30%</b>	27%
Herramientas y Medios Técnicos	17	42	<b>11%</b>	13%
El Mantenimiento Preventivo y el Plan de Mantenimiento	11	21	<b>7%</b>	7%
Organigrama de Mantenimiento	14	30	<b>9%</b>	10%
El plan de Mantenimiento: Elaboración e implementación	6	21	<b>4%</b>	7%
Gestión de la Información: Informe, Indicadores y GMAO	17	36	<b>11%</b>	11%
Gestión de Repuestos	22	36	<b>15%</b>	11%
Resultados del mantenimiento	18	45	<b>12%</b>	14%
<b>TOTAL</b>	<b>151</b>	<b>315</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia, con datos obtenidos del Cuestionario de auditoría de Gestión y mantenimiento aplicada a la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, detallado en Anexo 04.

Se tuvo como resultado de los criterios de auditoría de mantenimiento, tal como se puede evidenciar en la Tabla 3, que el mantenimiento preventivo y el plan de mantenimiento tiene un porcentaje crítico de 9% , puesto que la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote no tiene un correcto plan de mantenimiento que garantice la disponibilidad de los manipuladores de materiales. También es oportuno mencionar que no existe una gestión de informes, en el que se pudo detectar un bajo, porcentaje de 13% en herramientas y medios

técnicos. Por último, en la gestión de repuestos, obtuvo un porcentaje de 11% puesto que presenta falla en su logística, teniendo como consecuencia, una mala organización.

De esta forma, Siderperú S.A.A. Chimbote, presenta un deficiente sistema de gestión de mantenimiento; debido a los porcentajes bajos obtenidos en la (Tabla 4), ello a razón de la práctica de trabajos de mantenimiento correctivo, originado por el exceso de trabajo y, consiguientemente, el no cumplimiento de mantenimiento. De la misma manera, el sistema de información de Siderperú S.A.A. Chimbote, es deficiente, esto debido a que emplea Microsoft Excel para cada orden de trabajo, stock, informe mantenimiento entre otros. Esto demuestra que se debe poner en ejecución acciones inmediatas de mejora para el sistema de gestión de mantenimiento.

Resultado de situación del mantenimiento:

Tabla 4. Índice de conformidad del resultado situación del mantenimiento

<b>ÍNDICE DE CONFORMIDAD DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO</b>	
Suma total de los valores de la Auditoría de Mantenimiento	151
Valor máximo del cuestionario	315
<b>Índice de conformidad</b>	<b>47,94%</b>

Fuente: Elaboración propia, tomando información del cuestionario de la auditoría de gestión de mantenimiento realizado a la empresa Siderperu S.A.A. Chimbote.

Tabla 5. Tabla valores cuestionario auditoría gestión de mantenimiento

<b>TABLA DE VALORES</b>	
<b>&lt;40% de índice de conformidad</b>	Sistema muy Deficiente
<b>40-60% de índice de conformidad</b>	Aceptable pero mejorable
<b>60-75% de índice de conformidad</b>	Buen sistema de Mantenimiento
<b>75-85% de índice de conformidad</b>	El Sistema de Mantenimiento es muy bueno
<b>&lt;85% de índice de conformidad</b>	El Sistema de Mantenimiento puede considerarse excelente

Fuente: Elaboración propia, tomando datos de la tabla de Valores proporcionado por Renovetec, 2017.

La auditoría realizada se comparó con la tabla de valores, en la misma se pudo verificar que esta cuenta con un índice conformidad de 47.94% (Tabla 4); confirmando, de ese modo, que la gestión de mantenimiento está en un valor aceptable pero con tendencia a la mejora (Tabla 5).

Esto último, debe comprenderse como mejora a través del empleo y ejecución de instrumentos que mejoren la deficiencias encontradas; esto es, aquellas encontradas en la auditoría mediante el cuestionario realizado; arrojando, finalmente que, toda esta situación o problemática, puede cambiar con la aplicación del plan de mantenimiento preventivo propuesto.

De tal forma, la auditoría nos permitió evaluar el mantenimiento que se hayan agrupados en puntos claves, como se muestra a continuación: Grave deficiencia, con un valor de 0; Deficiencia importante, con un valor de 1; Susceptibles de mejora, con un valor de 2 y ; Resultado excelentes, con un valor de 3.



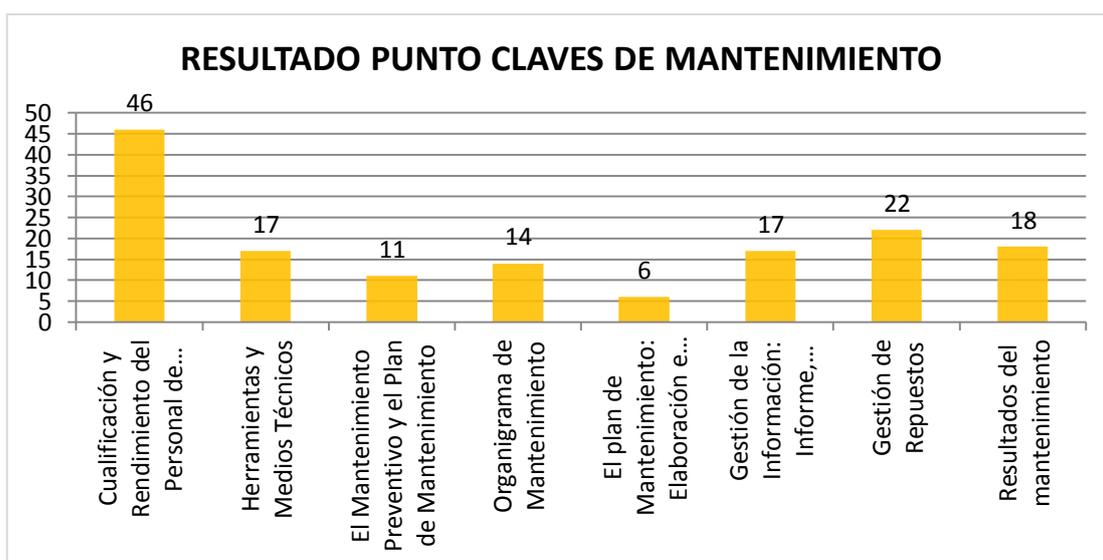
**Figura 1.** Resumen de la gestión de mantenimiento de la empresa Siderperu S.A.A.-Chimbote.

*Nota.* Elaboración propia, tomando en cuenta los datos obtenidos en la auditoría de gestión de mantenimiento.

Según nos muestra el resultado en la figura 1, podemos observar una estimación de cada punto analizado en la auditoría de mantenimiento a través del cuestionario a Siderperú S.A.A. Chimbote, en el que encontramos como resultado punto claves del nivel susceptible de mejora, con una estimación de 2 ya que se pudo responder a 49 interrogantes del cuestionario. Podemos señalar que tiene una gestión de mantenimiento eficiente; sin embargo, requiere mejorar aquellos puntos que se muestran en la figura, es decir, aquellas que marcan graves deficiencias y deficiencias importantes. Esto nos demuestra un panorama poco agradable puesto que es un peligro para la gestión de mantenimiento. Si

logramos mejorar las deficiencias, con la gestión de mantenimiento propuesto, se obtendríamos resultados excelentes.

Asimismo, la auditoría realizada logró que la data sea clasificada de acuerdo al criterio analizado, las cuales son cualificación y rendimiento del personal de mantenimiento, herramientas y medios técnicos, el mantenimiento preventivo y el plan de mantenimiento, organigrama de mantenimiento, el plan de mantenimiento: elaboración e implementación, gestión de la información: informe, gestión de repuestos y resultados de mantenimiento.



**Figura 2.** Estado inicial de la gestión de mantenimiento de Siderperú S.A.A. Chimbote.

*Nota:* Elaboración propia, tomando datos de los resultados obtenidos en la auditoría de gestión de mantenimiento aplicada a la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote.

Por su parte, la siguiente figura 2, nos muestra el resultado obtenido del análisis específico que se realizó a los criterios del cuestionario de la auditoría de mantenimiento, los cuales son muy importantes para una gestión de mantenimiento. En la actualidad Siderperú S.A.A. Chimbote, posee un factor esencial con el que debería contar toda empresa: la fidelidad de sus colaboradores; razón por que poseen una elevada valoración del criterio cualificación y rendimiento del personal. De esta manera se obtiene el cumplimiento del horario de entrada, horario de salida y el de descanso. Asimismo, la ejecución de instrucciones técnicas permanentes, cuyo fin es lograr ampliar sus capacidades en el tema laboral.

Posteriormente a la realización y ejecución de la auditoría y análisis de la gestión del mantenimiento, procedimos a realizar el registro de fallas inicial (Tabla 6), (Tabla 7), (Tabla 8) de los manipuladores de materiales, del cual se obtiene el total de fallas (432 fallas), también se obtiene los números de fallas, tiempo de reparación, horas de proceso, acciones realizadas, es decir, el registro total o global de las actividades realizadas a determinada unidad (maquinaria), en este caso, a los manipuladores de materiales 06-04, 06-05, 06-06. Luego, se pudo hallar la disponibilidad inicial en el que se especifica la causa de falla de cada sistema más crítico, empleándose en estas fórmulas descritas (ver anexo 3), fórmula para conseguir el tiempo medio entre fallas (MTBF) (Tabla 9), como también, el tiempo medio para reparar (MTTR) (Tabla 10); los cuales resultan valores importantes para hallar la disponibilidad inicial de los Manipuladores de materiales de la empresa, los mismos que son obtenidos de los 12 meses del año 2017.

Tabla 6. Registro de fallas inicial manipulador materiales 06-04

<b>REGISTRÓ DE FALLAS MANIPULADOR DE MATERIALES 06-04. AÑO 2017</b>				
Meses	N° de fallas	Tiempo de reparación	Horas de proceso	Acciones realizadas
Enero	15	95	365	Mantto correctivo
Febrero	14	90	523	Mantto correctivo
Marzo	15	105	524	Mantto correctivo
Abril	9	55	617	Mantto correctivo
Mayo	21	90	552	Mantto correctivo
Junio	10	78	342	Mantto correctivo
Julio	14	95	434	Mantto correctivo
Agosto	15	95	507	Mantto correctivo
Setiembre	20	90	298	Mantto correctivo
Octubre	9	90	450	Mantto correctivo
Noviembre	14	95	578	Mantto correctivo
Diciembre	12	90	513	Mantto correctivo
<b>TOTALES</b>	<b>168</b>	<b>1068</b>	<b>5703</b>	

Fuente: Elaboración propia, tomando datos proporcionados por el Área de mantenimiento de la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote.

Tabla 7. Registro de fallas inicial manipulador de manipulador 06-05

<b>REGISTRÓ DE FALLAS MANIPULADOR DE MATERIALES 06-05. AÑO 2017</b>				
Meses	N° de fallas	Tiempo de reparación	Horas de proceso	Acciones realizadas
Enero	11	73	497	Mantto Correctivo
Febrero	21	92	72	Mantto Correctivo
Marzo	9	75	494	Mantto Correctivo
Abril	11	82	530	Mantto Correctivo
Mayo	7	35	546	Mantto Correctivo
Junio	15	83	463	Mantto Correctivo
Julio	13	89	495	Mantto Correctivo
Agosto	16	85	456	Mantto Correctivo
Setiembre	17	85	462	Mantto Correctivo
Octubre	10	39	495	Mantto Correctivo
NOVIEMBRE	11	81	543	Mantto Correctivo
DICIEMBRE	14	80	421	Mantto Correctivo
<b>TOTALES</b>	<b>155</b>	<b>899</b>	<b>5474</b>	

Fuente: Elaboración propia, tomando datos proporcionados por el Área de mantenimiento de la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote.

Tabla 8. Registro de fallas inicial manipulador de materiales 06-06

<b>REGISTRÓ DE FALLAS MANIPULADOR DE MATERIALES 06-06. AÑO 2017</b>				
Meses	N° de fallas	Tiempo de reparación	Horas de proceso	Acciones realizadas
Enero	15	65	250	Mantto Correctivo
Febrero	11	60	491	Mantto Correctivo
Marzo	10	60	123	Mantto Correctivo
Abril	13	65	150	Mantto Correctivo
Mayo	9	41	398	Mantto Correctivo
Junio	7	50	397	Mantto Correctivo
Julio	9	45	260	Mantto Correctivo
Agosto	5	42	262	Mantto Correctivo
Setiembre	9	62	462	Mantto Correctivo
Octubre	6	55	495	Mantto Correctivo
Noviembre	5	40	543	Mantto Correctivo
Diciembre	10	50	269	Mantto Correctivo
<b>TOTALES</b>	<b>109</b>	<b>635</b>	<b>4100</b>	

Fuente: Elaboración propia, tomando datos proporcionados por el Área de mantenimiento de la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote.

Tabla 9. Tiempo medio para fallas – Año 2017

<b>MAQUINA</b>	<b>SISTEMAS</b>	<b>HORA PROCESO</b>	<b>NUMERO DE REPARACIONES</b>	<b>MTBF=(Tiempo total de operaciones)/(N° de fallas)</b>
06-04	Motor	5487	54	102
	Transmisión	5687	2	2844
	Hidráulico	5167	67	77
	Implementos	5503	25	220
	Eléctrico	5603	20	280
06-05	Motor	5294	50	106
	Trasmisión	5470	3	1823
	Hidráulico	5054	55	92
	Implemento	5409	17	318
	Eléctrico	5344	30	178
06-06	Motor	3980	30	133
	Transmisión	4092	1	4092
	Hidráulico	3788	39	97
	Implementos	4025	15	268
	Eléctrico	3980	24	166

Fuente: Elaboración propia, tomando como base el esquema propuesto por el Formato tiempo medio entre falla – Anexo N° 10.

Tabla 10. Tiempo medio para reparar – año 2017

MAQUINA	SISTEMAS	HORA REPARACIÓN N	NUMERO DE REPARACIONE S	MTTR=(Tiempo total paradas)/(N° de fallas)
06-04	Motor	216	54	4
	Trasmisión	16	2	8
	Hidráulico	536	67	8
	Implementos	200	25	8
	Eléctrico	100	20	5
06-05	Motor	200	50	4
	Trasmisión	24	3	8
	Hidráulico	440	55	8
	Implementos	85	17	5
	Eléctrico	150	30	5
06-06	Motor	120	30	4
	Trasmisión	8	1	8
	Hidráulico	312	39	8
	Implementos	75	15	5
	Eléctrico	120	24	5

Fuente: Elaboración propia, tomando como base el esquema propuesto por el Formato tiempo medio para reparar – Anexo N° 11.

Tabla 11. Disponibilidad inicial por sistema del Manipulador 06-04

ANÁLISIS DE LA DISPONIBILIDAD INICIAL A MANIPULADOR DE MATERIALES CÓDIGO N° 06-04. AÑO 2017							
EQUIPO	SISTEMAS	N° DE FALLAS	HORA DE REPARACIÓN	HORAS DE PROCESO	OPERACIÓN		DISPONIBILIDAD INICIAL
					MTBF	MTTR	
MANIPULADOR DE MATERIALES 06-04	Motor	54	216	5487	102	4	96,21%
	Trasmisión	2	16	5687	2844	8	99,72%
	<b>Hidráulico</b>	67	536	5167	77	8	<b>90,60%</b>
	Implemento	25	200	5503	220	8	96,49%
	Eléctrico	20	100	5603	280	5	98,25%
<b>TOTAL % MÍNIMO</b>							<b>90,60%</b>

Fuente: Elaboración propia, tomando como base el esquema propuesto por el Formato de disponibilidad inicial – Anexo N° 12.

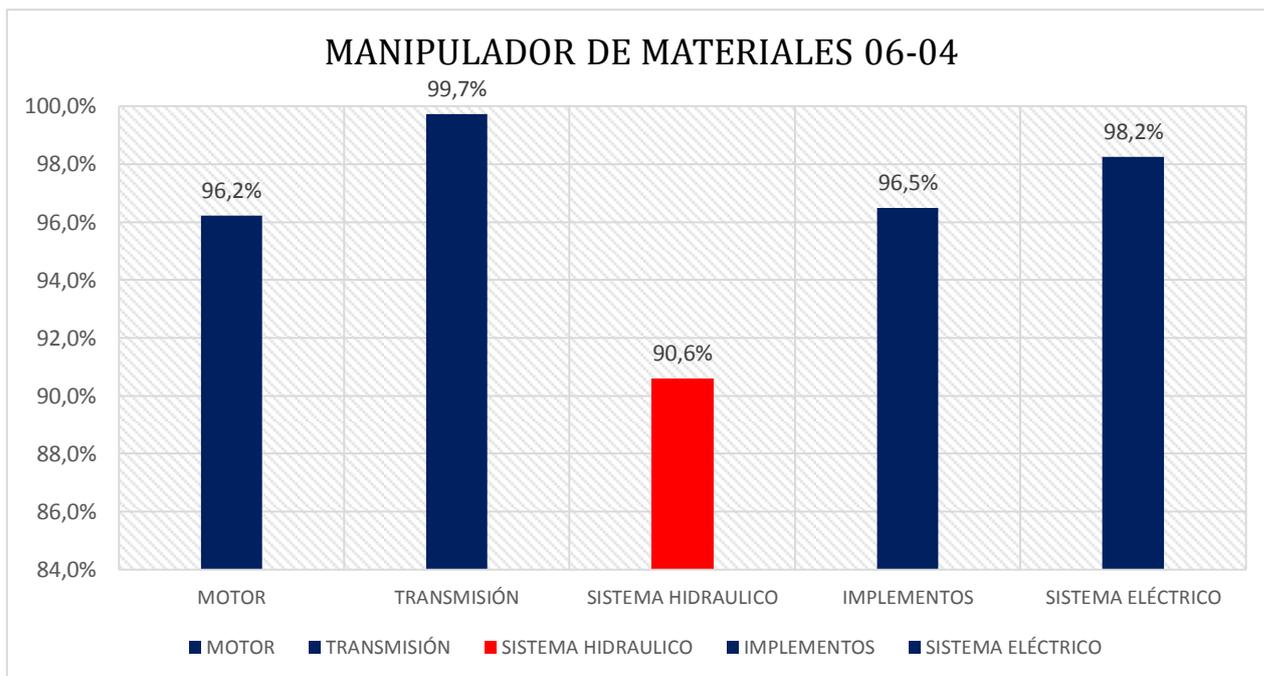


Figura 3. Disponibilidad inicial Manipulador 06-04

*Nota:* Elaboración propia, tomando datos de los resultados obtenidos en la auditoría de gestión de mantenimiento en la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote.

Tabla 12. Disponibilidad inicial por sistema del Manipulador 06-05

$$\text{DISPONIBILIDAD INICIAL} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \times 100$$

<b>ANÁLISIS DE LA DISPONIBILIDAD INICIAL A MANIPULADOR DE MATERIALES CÓDIGO N° 06-05. AÑO 2017</b>							
EQUIPOS	SISTEMAS	N° DE FALLAS	HORAS DE REPARACIÓN	HORAS DE PROCESO	OPERACIÓN MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD INICIAL
MANIPULADOR DE MATERIALES 06-05	Motor	50	200	5274	105	4	96,35%
	Transmisión	3	24	5450	1817	8	99,56%
	<b>Hidráulico</b>	55	440	5034	92	8	<b>91,96%</b>
	Implemento	17	85	5389	317	5	98,45%
	Eléctrico	30	150	5324	177	5	97,26%
<b>TOTAL % MÍNIMO</b>							<b>91,96%</b>

Fuente: Elaboración propia, tomando como base el esquema propuesto por el Formato de disponibilidad inicial – Anexo N° 12

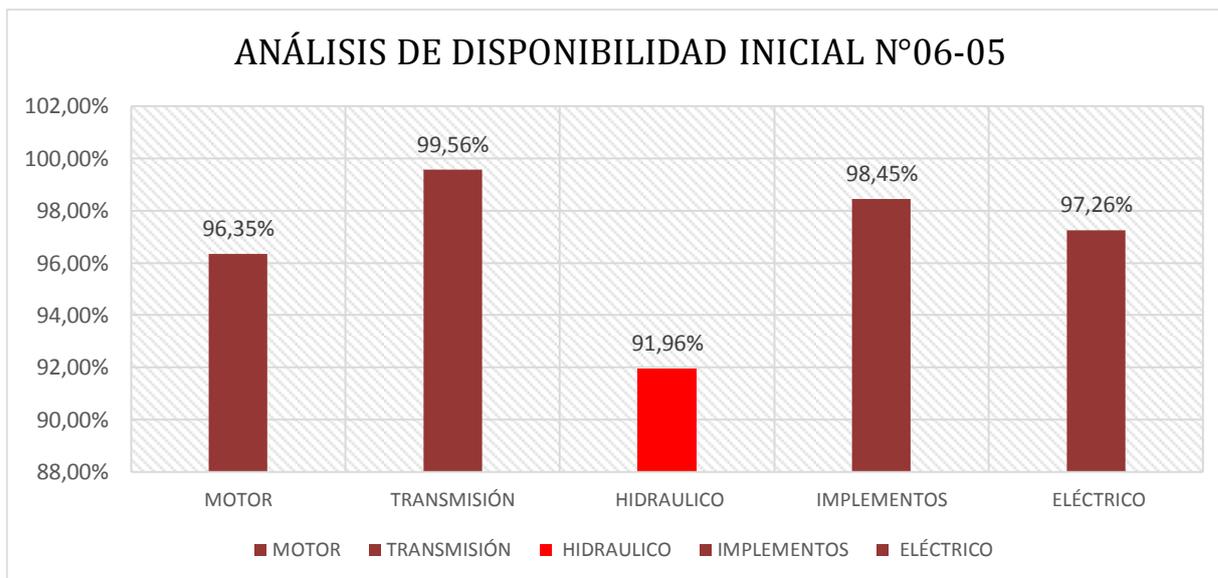


Figura 4. Disponibilidad inicial Manipulador 06-05.

*Nota:* Elaboración propia, tomando datos de los resultados obtenidos en la auditoría de gestión de mantenimiento en la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote.

Tabla 13. Disponibilidad inicial por sistema del Manipulador 06-06

$$\text{DISPONIBILIDAD INICIAL} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \times 100$$

**ANÁLISIS DE LA DISPONIBILIDAD INICIAL A MANIPULADOR DE MATERIALES CÓDIGO N° 06-06. AÑO 2017**

EQUIPOS	SISTEMAS	N° DE FALLA	HORAS DE REPARACIÓN	HORAS DE PROCESO	OPERACIÓN		DISPONIBILIDAD INICIAL
					MTBF	MTTR	
MANIPULADOR DE MATERIALES 06-06	Motor	30	120	3980	132,67	4	97,07%
	Transmisión	1	8	4092	4092	8	99,80%
	<b>Hidráulico</b>	39	312	3788	97,128	8	<b>92,39%</b>
	Implemento	15	75	4025	268,33	5	98,17%
	Eléctrico	24	120	3980	165,83	5	97,07%
<b>TOTAL % MÍNIMO</b>							<b>92,39%</b>

Fuente: Elaboración propia, tomando como base el esquema propuesto por el Formato de disponibilidad – Anexo N° 12.

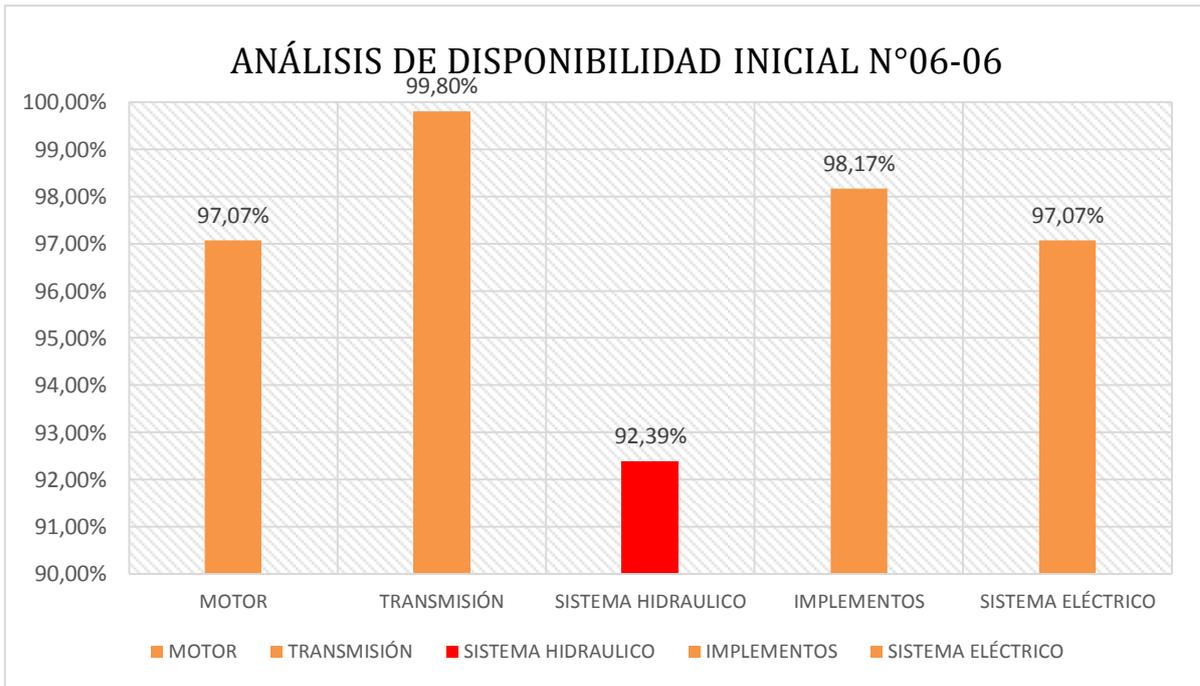


Figura 5. Disponibilidad inicial Manipulador 06-06.

*Nota:* Elaboración propia, tomando datos de los resultados obtenidos en la auditoría de gestión de mantenimiento en la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote.

Tabla 14. Disponibilidad inicial total de manipuladores de materiales, en consideración al sistema hidráulico

RESUMEN DE DISPONIBILIDAD INICIAL	
EQUIPOS	DISPONIBILIDAD INICIAL
manipulador de materiales 06-04	<b>90,60%</b>
manipulador de materiales 06-05	91,99%
manipulador de materiales 06-06	92,39%

Fuente: Elaboración propia, tomando en cuenta los datos obtenidos en el análisis de la disponibilidad de los manipuladores de materiales (muestra), tanto inicial como final.

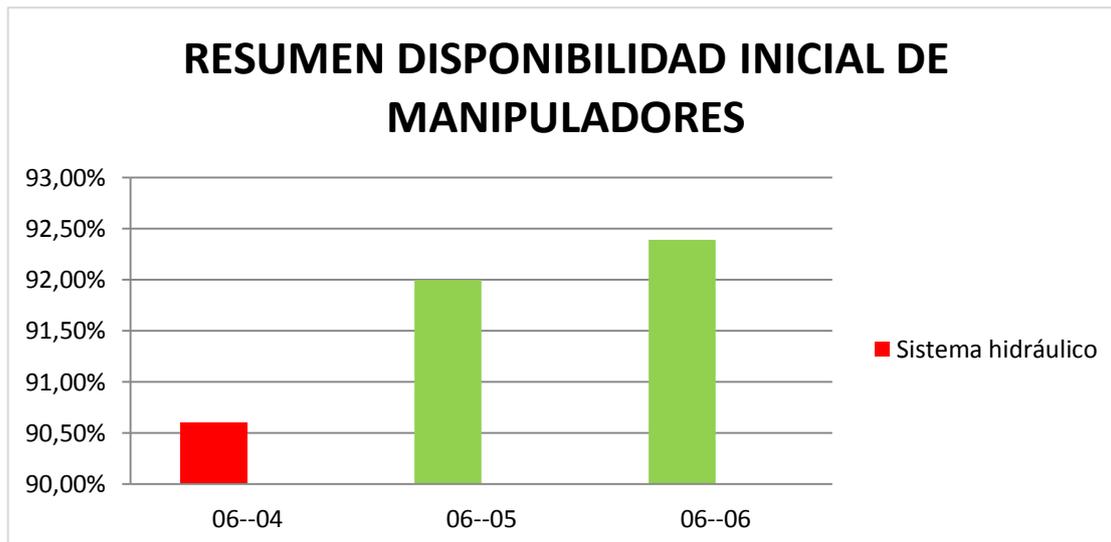


Figura 6. Resumen de disponibilidad manipuladores en cuanto a su Sistema hidráulico

*Nota.* Elaboración propia, tomando en cuenta el porcentaje de disponibilidad inicial de manipuladores de materiales en cuanto a su sistema hidráulico.

Acorde a los resultados obtenidos en el análisis efectuado respecto a la disponibilidad, se evidencia que el sistema hidráulico de los manipuladores de materiales, es el de menor disponibilidad; en tal sentido, determinamos a este sistema como un sistema crítico.

Se realizó la toma del registro de fallas del área de mantenimiento (Tabla 6), (Tabla 7) y (Tabla 8) obteniendo datos totales de número de fallas, tiempo reparación y horas de proceso para posteriormente poder aplicar el formato de MTBF (Tabla 9) y MTTR (Tabla 10). Después de obtener dichos resultados podremos obtener la disponibilidad inicial de los manipuladores de materiales.

Es así como se puede apreciar, según el análisis de disponibilidad inicial del manipulador 06-04 (Tabla 11), se obtiene una disponibilidad de 90.60%, desprendiéndose de él que el manipulador 06-04 está en una condición de aceptable. Así mismo, en el análisis de disponibilidad inicial del manipulador 06-05 (Tabla 12) se aprecia que se obtiene una disponibilidad 92%, lo que significa que, al igual que el primero, se haya en un estado aceptable.

Por su parte, es oportuno señalar que, según el análisis de disponibilidad inicial, el Manipulador 06-06 (Tabla 13), cuenta con una disponibilidad de 92.39%, encontrándose también en un rango aceptable, al igual que los anteriores, pero que podría mejorar. De ese modo se maximiza el nivel de disponibilidad con la aplicación del plan de mantenimiento.

Se realizó un resumen de la disponibilidad inicial de los Manipulares (Tabla 14) donde se toma como referencia que la disponibilidad inicial total es el valor mínimo con un porcentaje de 90.60%.

De tal manera, el análisis demuestra que el sistema más crítico de los manipuladores de materiales se ubica en el sistema hidráulico, el cual es el más bajo a comparación de los otros sistemas. Por tal motivo, se recoge estos datos, y a los que se dará un mayor énfasis en el plan de mantenimiento preventivo, con el fin de mejorar los valores obtenidos en la disponibilidad inicial de los Manipuladores de materiales.

### 3.1.2 Dimensión 2: Planificación

#### 3.1.2.1 Aplicación del plan de mantenimiento preventivo

Para la implementación del mantenimiento preventivo se coordinó con el área de mantenimiento que se realizara desde el día 02 hasta el día 06 de enero 2018. Mientras se tenía que realizar los mantenimientos correctivos que se presenten.

Para la planificación del mantenimiento preventivo (Tabla 15) se tomó como referencia el Manual de operación y mantenimiento del manipulador de materiales, donde simultáneamente se pudo actualizar el formato de ficha técnica, indicado en el Anexo N° 4. Aquí es donde se pudo detallar, por ejemplo, los tipos de sistemas con los que cuenta el equipo, el rango de mantenimiento, detalles de la operación, duración, tipos de mantenimientos que se realiza, vida útil de los Manipuladores de materiales, accesorio y materiales.

Finalmente, se pudo dar detalle de los sistemas con los que cuenta el manipulador, accesorios que serán reemplazados, el rango de duración y cambio de cada componente, descripción de la operación, los materiales, el tipo de mantenimiento. Todo lo antes señalado, recomendado por el manual de operación y mantenimiento. De tal manera, que conocedores de estos datos a la hora de planificar el plan de mantenimiento preventivo, se logra optimizar el rendimiento de los manipuladores de materiales, maximizando su disponibilidad; por consiguiente, podrán hallarse operativos cuando se requiera de ellos.

Tabla 15. Planificación del mantenimiento preventivo

		PLAN DE MANTENIMIENTO EMPRESA SIDERPERÚ S.A.A. – AÑO 2018																																
ÁREA DE MANTENIMIENTO		FECHA DE ELABORACIÓN: ENERO																																
MESES		ENERO		FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SETIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			
EQUIPOS	SISTEMAS-HORAS	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000	3250	3500	3750	4000	4250	4500	4750	5000	5250	5500	5750	6000	6250	6500	6750	7000	7250	7500	8000	8250	
	MOTOR	X	X	X	X	X	X	X	X	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	TRANSMISIÓN				X			X				x			x			x			x			x			x			x			x	
06-04	HIDRÁULICO							X							x									x										
06-05	O																	x																
06-06	IMPLEMENTOS							X							x									x										
	ELÉCTRICO							X				x			x			x						x			x							
	MOTOR	X	X	X	X	X	X	X	X	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	TRANSMISIÓN				X			X				x			x			x			x			x			x			x			x	
06-05	HIDRÁULICO							X							x									x										
	IMPLEMENTO							X							x									x										



	cilindros hidráulicos	2000 Hr	Evaluar/ cambiar cilindro hidráulico	llaves mixtas y dados	0.5 horas	PREVENTIVO
	válvula hidráulica	2000 Hr	Evaluar/ cambiar válvula hidráulica	llaves mixtas y dados	0.5 horas	PREVENTIVO
	Aceite hidráulico	2000 Hr	cambiar aceite hidráulico	aceite hidráulico	1 hora	PREVENTIVO
	filtros hidráulicos	2000 Hr	cambiar filtro de aceite hidráulico	faja saca filtro, llaves mixtas	1.5 horas	PREVENTIVO
TRANSMISIÓN	filtros de transmisión	1000 Hr	cambiar el filtro de aceite de la transmisión	faja saca filtro	1.5 horas	PREVENTIVO
	aceite transmisión	1000 Hr	cambiar aceite transmisión	aceite de transmisión	1 hora	PREVENTIVO
	Timón	1000 Hr	Revisar el funcionamiento del timón	llaves mixtas	1 hora	PREVENTIVO
	Frenos	1000 Hr	Revisar la condición y nivel de líquido del freno	Varilla de medición y líquido de freno	3 horas	PREVENTIVO
	Embrague	1000 Hr	Lubricar el varillaje del eje de dirección	juego de dados	0.5 horas	PREVENTIVO
	Llantas	1000 Hr	Revisar/lubricar los rodamientos de rueda del eje de dirección	llaves mixtas	2 horas	PREVENTIVO
	Eje cardan	1000 Hr	Revisar el ajuste y nivel de desgaste de las cadenas elevadoras	llaves mixtas	1 hora	PREVENTIVO
ELÉCTRICO	Batería	1000 Hr	Inspección y limpieza de la batería	Agua destilada	2 horas	PREVENTIVO
	Circulina	1000 Hr	Inspección y limpieza de circulina	foco 24v , destornillador	1 hora	PREVENTIVO

	Sirena de retroceso	1000 Hr	Inspección alarma retroceso	multímetro, destornillador	2 horas	PREVENTIVO
	Luces delanteras	1000 Hr	Verificación de luces delanteras	pulsador de luces	0.5 hora	PREVENTIVO
	Luces posteriores	1000 Hr	Verificación de luces posteriores	pulsador de luces	0.5 hora	PREVENTIVO
	Luces Intermitentes	1000 Hr	Verificación de luces intermitentes	pulsador de luces	0.5 hora	PREVENTIVO
IMPLEMENTOS	Estabilizadores	2000 Hr	verificar estructura de estabilizador	liquidos penetrantes	0.5 hora	PREVENTIVO
	estructura implemento	2000 Hr	verificar estructura de implemento	líquidos penetrantes	1 hora	PREVENTIVO
	motor de giro	2000 Hr	evaluar / cambiar motor de giro	llaves mixtas	2 horas	PREVENTIVO
	distribuidor	2000 Hr	Revisar fugas de aceite de distribuidor	llaves mixtas	2 horas	PREVENTIVO
	acoples	2000 Hr	inspección de acoples	Destornillador, cepillo metálico, llaves mixtas	2 horas	PREVENTIVO
	bocinas	2000 Hr	verificar estado de bocinas	líquidos penetrantes	1 hora	PREVENTIVO

Fuente: Elaboración propia, tomando como base los datos obtenido por el Área de mantenimiento de la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote.

### 3.1.2.2 Control cumplimiento de mantenimiento

Para la realización del control de cumplimiento de mantenimiento (Tabla 16), se programaron las actividades del mantenimiento preventivo para todo el año 2018 (hasta el mes de setiembre), de ese modo, se puede obtener el porcentaje de cumplimiento del mantenimiento por mes. Aquí es donde se programaron un total de 96 actividades de mantenimiento preventivo, de las cuales se ejecutaron un total de 86; logrando, de modo final, la obtención de un porcentaje de 93% de cumplimiento de mantenimiento.

Tabla 16. Formato de control de cumplimiento de mantenimiento

<b>CONTROL DE CUMPLIMIENTO DEL MANTENIMIENTO - Año 2018</b>											
Actividades	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre
Cambio de aceite y filtros motor	X	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cambio de inyectores	X	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cambio mangueras hidráulicas	X	X	x	x	x		x	x	x		x
Mantenimiento baterías y luces	X	X	x	x	x	x	x	x	x	x	
Cambio de filtros hidráulicos	X	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cambio aceites y filtros transmisión	X	X		x		x	x	x		x	x
Cambio de válvulas hidráulicas	X	X	x	x		x	x	x	x	x	x
Mantenimiento implemento y motor de giro	X	X	x			x	x		x	x	x
Mantenimiento frenos	X	X	x		x	x	x	x	x		x
Programadas	9	9	8	7	8	8	9	8	8	9	9
Ejecutadas	8	9	8	7	7	8	9	8	7	8	9
Cumplimiento mes	89%	100%	100%	100%	88%	100%	100%	100%	88%	89%	100%
<b>Programadas acumuladas</b>	9	18	26	33	41	49	58	66	74	83	<b>92</b>
<b>Ejecutadas</b>	8	17	25	32	39	47	56	64	71	78	<b>86</b>
<b>Cumplimiento integral</b>	89%	94%	96%	97%	95%	96%	97%	97%	96%	94%	<b>93%</b>

Fuente: Elaboración propia, tomando como base el esquema del formato control de cumplimiento de mantenimiento que aplica la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote – anexo 07.

### 3.1.3 Dimensión 3: Impacto

#### 3.1.3.1 Evaluación del impacto porcentual

Para el diagnóstico del impacto de la variación porcentual de la disponibilidad inicial y final se decidió por segunda vez utilizar los formatos de registro de fallas (Tabla 17) tiempo medio entre falla (MTBF), tiempo medio para reparar (MTTR), disponibilidad para poder hallar la disponibilidad final después de la aplicación del mantenimiento preventivo.

Tabla 17. Registro de fallas final de manipulador de materiales 06-04.

<b>REGISTRO DE FALLAS MANIPULADOR DE MATERIALES 06-04 - AÑO 2018</b>				
<b>MESES</b>	<b>Nº DE FALLAS</b>	<b>TIEMPO DE REPARACIÓN</b>	<b>HORAS DE PROCESO</b>	<b>ACCIONES REALIZADAS</b>
Enero	9	45	675	Mantto preventivo
Febrero	9	48	672	Mantto preventivo
Marzo	7	44	676	Mantto preventivo
Abril	8	39	681	Mantto preventivo
Mayo	9	44	676	Mantto preventivo
Junio	6	45	675	Mantto preventivo
Julio	5	35	685	Mantto preventivo
Agosto	7	39	681	Mantto preventivo
Setiembre	9	37	683	Mantto preventivo
Octubre	7	43	677	Mantto preventivo
Noviembre	8	41	679	Mantto preventivo
Diciembre	-	-	-	
<b>TOTALES</b>	<b>84</b>	<b>460</b>	<b>7460</b>	

Fuente: Elaboración propia, tomando como base los datos obtenidos por el Área del Mantenimiento de la Empresa Siderperú S.A.A. Chimbote.

Tabla 18. Registro de fallas final de manipulador de materiales 06-05

<b>REGISTRO DE FALLAS MANIPULADOR DE MATERIALES 06-05 - AÑO 2018</b>				
MESES	N° DE FALLAS	TIEMPO DE REPARACIÓN	HORAS DE PROCESO	ACCIONES REALIZADAS
Enero	7	29	691	Mantto preventivo
Febrero	7	31	689	Mantto preventivo
Marzo	5	29	691	Mantto preventivo
Abril	4	32	688	Mantto preventivo
Mayo	5	33	687	Mantto preventivo
Junio	6	33	687	Mantto preventivo
Julio	8	35	685	Mantto preventivo
Agosto	7	36	684	Mantto preventivo
Setiembre	6	29	691	Mantto preventivo
Octubre	5	35	685	Mantto preventivo
Noviembre	7	35	685	Mantto preventivo
Diciembre	-	-	-	
<b>TOTALES</b>	<b>67</b>	<b>357</b>	<b>7563</b>	

Fuente: Elaboración propia, tomando como base los datos obtenidos por el Área del Mantenimiento de la Empresa Siderperú S.A.A. Chimbote.

Tabla 19. Registro de fallas final de manipulador de materiales 06-06

<b>REGISTRO DE FALLAS MANIPULADOR DE MATERIALES 06-06 - AÑO 2018</b>				
MESES	N° DE FALLAS	TIEMPO DE REPARACIÓN	HORAS DE PROCESO	ACCIONES REALIZADAS
Enero	5	24	696	Mantto preventivo
Febrero	4	26	694	Mantto preventivo
Marzo	4	25	695	Mantto preventivo
Abril	7	23	697	Mantto preventivo
Mayo	4	26	694	Mantto preventivo
Junio	5	27	693	Mantto preventivo
Julio	4	23	697	Mantto preventivo
Agosto	3	21	699	Mantto preventivo
Setiembre	5	23	697	Mantto preventivo
Octubre	4	19	701	Mantto preventivo
Noviembre	5	26	694	Mantto preventivo
Diciembre	-	-	-	
<b>TOTALES</b>	<b>50</b>	<b>263</b>	<b>7657</b>	

Fuente: Elaboración propia, tomando como base los datos obtenidos por el Área del Mantenimiento de la Empresa Siderperú S.A.A. Chimbote.

### 3.2 Variable Y: Disponibilidad

#### 3.2.1 dimensión 1: Fiabilidad (MTBF)

##### 3.2.1.1 Tiempo medio entre fallas final (MTBF)

Tabla 20. Tiempo medio entre falla final - Año 2018

MAQUINA	SISTEMAS	HORA PROCESO	NUMERO DE FALLAS	MTBF=(Tiempo total de operaciones)/(N° de fallas)
06-04	Motor	7308	19	385
	Transmisión	7452	2	3726
	Hidráulico	7285	35	208
	Implementos	7385	15	492
	Eléctrico	7408	13	570
06-05	Motor	7458	13	574
	Transmisión	7555	2	3778
	Hidráulico	7383	36	205
	Implementos	7513	10	751
	Eléctrico	7538	6	1256
06-06	Motor	7585	9	843
	Transmisión	7645	3	2548
	Hidráulico	7542	23	328
	Implementos	7622	7	1089
	Eléctrico	7625	8	953

Fuente: Elaboración propia, tomando como base estructural el Formato tiempo medio entre fallas, de la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote.

### 3.2.2 dimensión 2: Mantenibilidad (MTTR)

#### 3.2.2.1 Tiempo medio para reparar final

Tabla 21. Tiempo medio para reparar final – Año 2018

MAQUINA	SISTEMAS	HORA REPARACIÓN N	NUMERO DE FALLAS	MTTR=(Tiempo total paradas)/(N° de fallas)
06-04	Motor	152	19	8
	Transmisión	4	2	2
	Hidráulico	125	35	4
	Implemento	70	15	5
	Eléctrico	40	13	3
06-05	Motor	96	13	7
	Transmisión	4	2	2
	Hidráulico	150	36	4
	Implemento	40	10	4
	Eléctrico	16	6	3
06-06	Motor	64	9	7
	Transmisión	4	3	1
	Hidráulico	100	23	4
	Implemento	30	7	4
	Eléctrico	28	8	4

Fuente: Elaboración propia, tomando como base el esquema estructural del Formato tiempo medio para reparar, de la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote.

### 3.2.3 dimensión 3: Disponibilidad

#### 3.2.3.1 Disponibilidad

Tabla 22. Disponibilidad final del manipulador 06-04. Año 2018

ANÁLISIS DE LA DISPONIBILIDAD FINAL A MANIPULADOR DE MATERIALES N° 06-04 AÑO 2018							
EQUIPOS	SISTEMAS	N° DE FALLA	HORAS DE REPARACIÓN	HORA DE PROCESO	OPERACIÓN		DISPONIBILIDAD FINAL
					MTBF	MTTR	
MANIPULADOR DE MATERIALES 06-04	Motor	19	152	7308	385	8	97.96%
	Transmisión	2	8	7452	3726	4	99.89%
	<b>Hidráulico</b>	35	175	7285	208	5	<b>97.65%</b>
	Implemento	15	75	7385	492	5	98.99%
	Eléctrico	13	52	7408	570	4	99.30%
<b>TOTAL % MÍNIMO</b>							<b>97.65%</b>

Fuente: Elaboración propia, tomando como base el esquema estructural del Formato disponibilidad final de la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote.

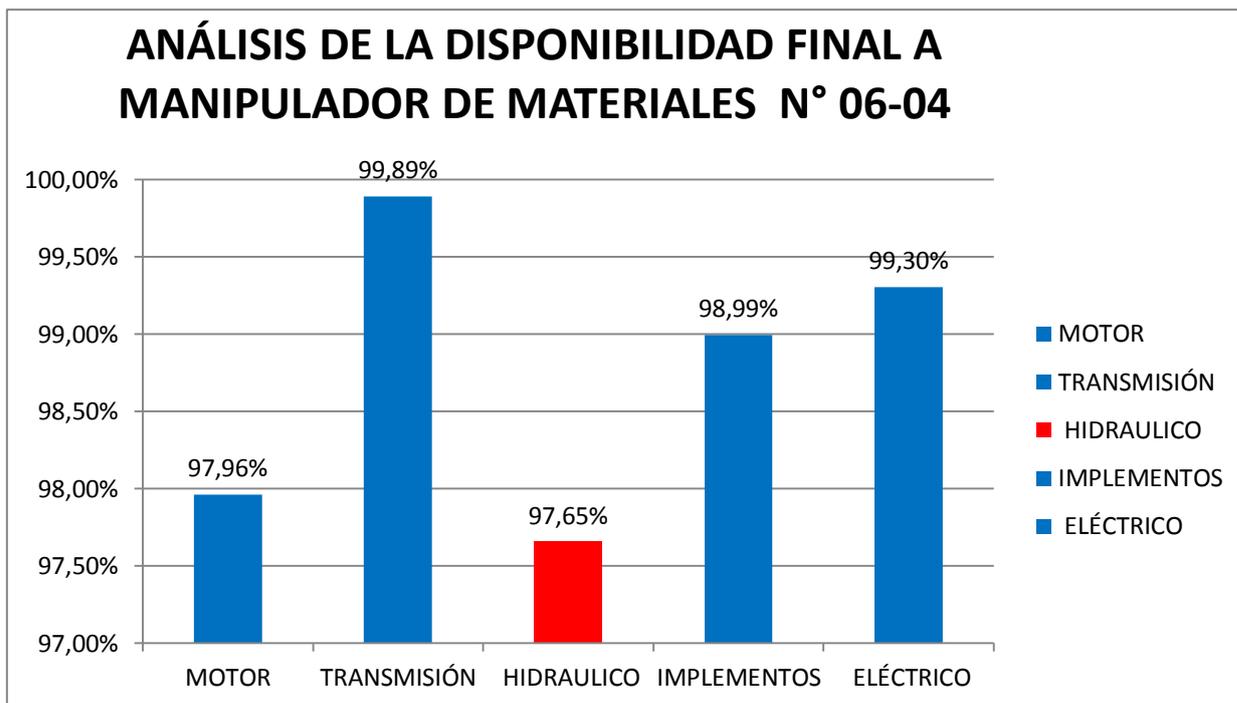


Figura 7. Análisis de disponibilidad final del manipulador N° 06-04.

*Nota.* Elaboración propia, tomando en cuenta los porcentajes de disponibilidad final que se obtuvo del manipulador de materiales en cuanto a su sistema global.

Tabla 23. Disponibilidad final del manipulador 06-05

ANÁLISIS DE LA DISPONIBILIDAD FINAL A MANIPULADOR DE MATERIALES N° 06-05 AÑO 2018							
EQUIPOS	SISTEMAS	N° DE FALLAS	HORAS DE REPARACIÓN	HORA DE PROCESO	OPERACIÓN		DISPONIBILIDAD FINAL
					MTBF	MTTR	
MANIPULADOR DE MATERIALES 06-05	Motor	13	104	7459	574	8	98.62%
	Transmisión	2	8	7555	3778	4	99.89%
	Hidráulico	36	180	7383	205	5	97.62%
	Implementos	10	50	7513	751	5	99.34%
	ELÉCTRICO	6	24	7539	1257	4	99.68%
<b>TOTAL % MÍNIMO</b>							<b>97.62%</b>

Fuente: Elaboración propia, tomando como base el esquema estructural del Formato de disponibilidad final de la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote.

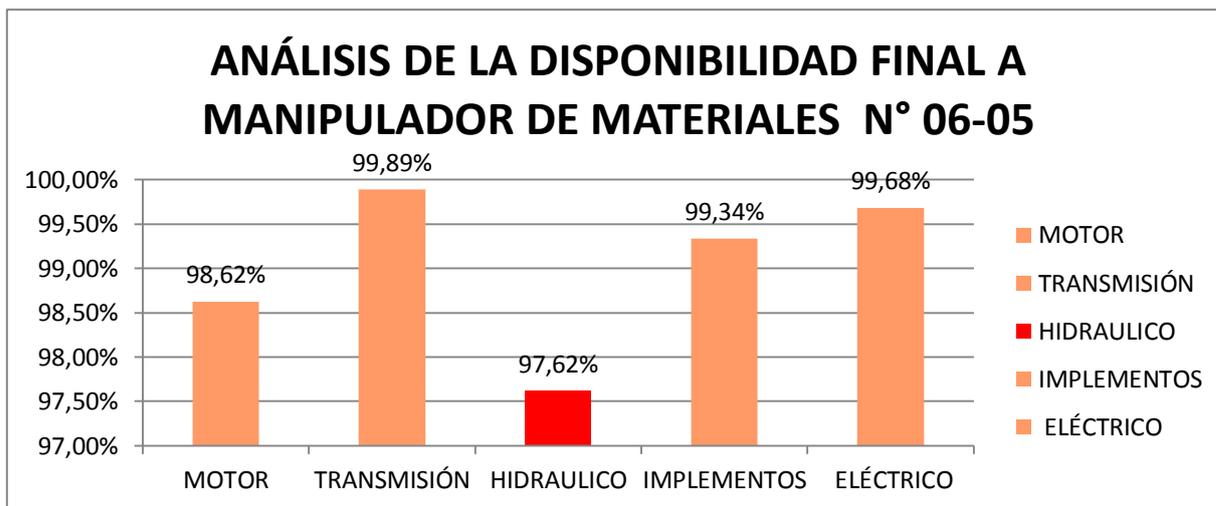


Figura 8. Análisis de disponibilidad final del manipulador N° 06-05.

*Nota.* Elaboración propia, tomando en cuenta los porcentajes de disponibilidad final que se obtuvo del manipulador de materiales en cuanto a su sistema global.

Tabla 24. Disponibilidad final del manipulador 06-06

<b>ANÁLISIS DE LA DISPONIBILIDAD FINAL A MANIPULADOR DE MATERIALES N° 06-06 AÑO 2018</b>							
EQUIPOS	SISTEMAS	N° DE FALLAS	HORAS DE REPARACIÓN	HORAS DE PROCESO	OPERACIÓN		DISPONIBILIDAD FINAL
					MTBF	MTTR	
MANIPULADOR DE MATERIALES 06-06	Motor	9	72	7585	843	8	99.06%
	Transmisión	3	12	7645	2548	4	99.84%
	Hidráulico	23	115	7542	328	5	98.50%
	Implementos	7	35	7622	1089	5	99.54%
	Eléctrico	8	32	7625	953	4	99.58%
<b>TOTAL % MÍNIMO</b>							<b>98.50%</b>

Fuente: Elaboración propia, tomando como base el esquema estructural del Formato de disponibilidad final de la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote.

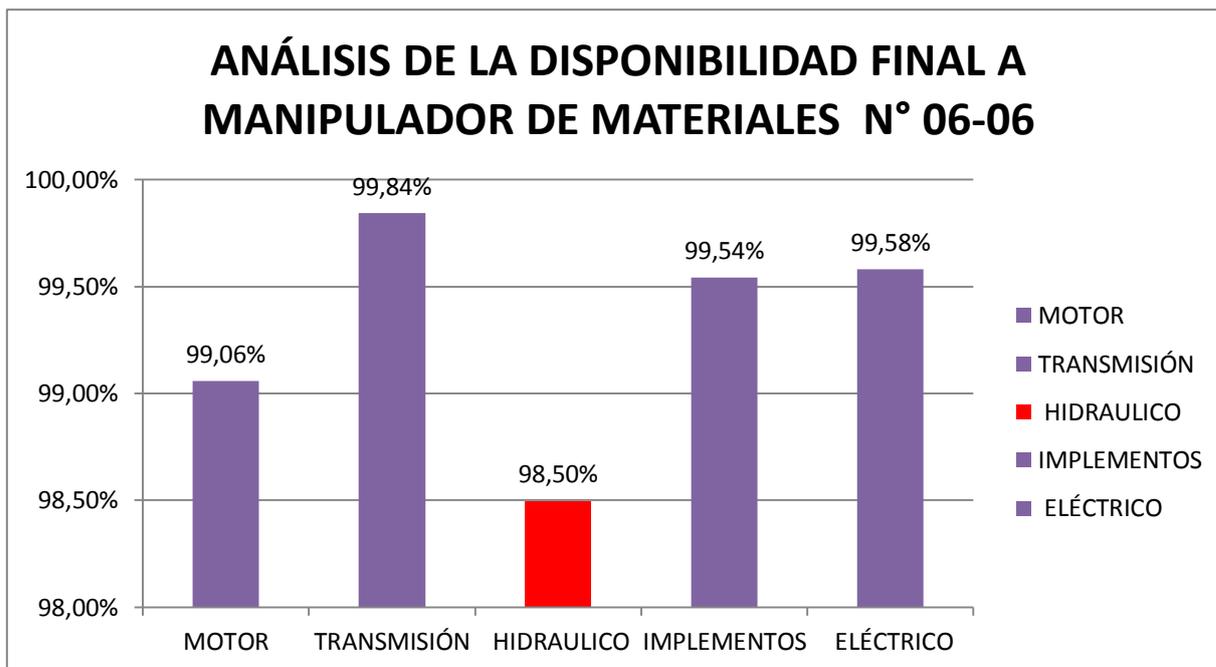


Figura 9. Análisis de disponibilidad final del manipulador N° 06-06.

*Nota.* Elaboración propia, tomando en cuenta los porcentajes de disponibilidad final que se obtuvo del manipulador de materiales en cuanto a su sistema global.

Tabla 25. Resumen disponibilidad inicial vs disponibilidad final del Sistema hidráulico

<b>RESUMEN DE DISPONIBILIDAD INICIAL Y FINAL</b>		
Equipos	Disponibilidad inicial	Disponibilidad final
manipulador de materiales 06-04	<b>90.60%</b>	97.65%
manipulador de materiales 06-05	91.99%	<b>97.62%</b>
manipulador de materiales 06-06	92.39%	98.50%

Fuente: Elaboración propia, comparando la disponibilidad inicial y final de las muestras (manipuladores de materiales) de la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote.

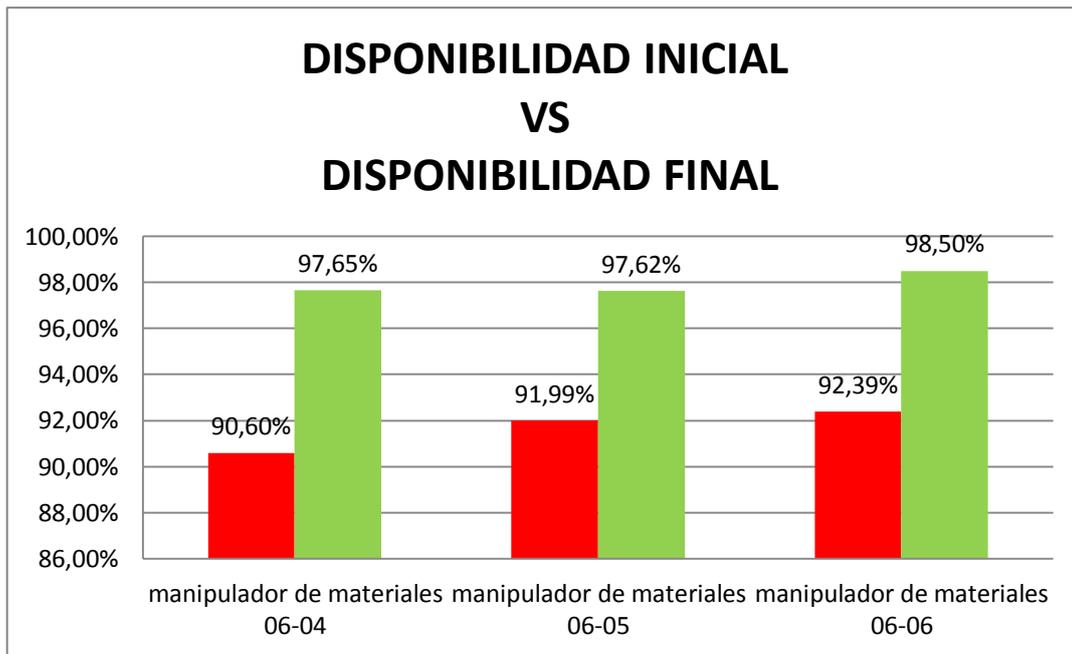


Figura 10. Disponibilidad inicial y final de las muestras (manipulador de materiales).

*Nota.* Elaboración propia, tomando los resultados obtenidos en la disponibilidad inicial y final de los manipuladores que fueron tomados como muestra (comparación de resultados).

En las Tablas 17, 18 y 19, se tomó registros de las fallas de los manipuladores de materiales, los mismos que fueron proporcionados por la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, luego de la aplicación del mantenimiento preventivo. En ellas, pudo notarse que las fallas de los manipuladores de materiales han reducido, en comparación con la disponibilidad inicial hallada tras la realización de la auditoria; dicho esto, se concluye que este instrumento fue valioso para la elaboración de tablas y su, posterior, análisis.

Así mismo, con en las Tablas 20 y 21 de tiempo medios entre fallas final (MTBF) y tiempo medio para reparar final (MTTR); se logra verificar la mejoría de los tiempos, que será de gran importancia, al momento de conocer la disponibilidad final.

Por su parte, en la Tabla 22, se analizó la disponibilidad final, cuyos resultados arrojaron lo siguiente: para el Manipulador de materiales N° 06-04, se obtuvo un 97,65%; en la tabla 23, para el Manipulador de materiales N° 06-05, se obtuvo un 97,62%, y finalmente, para el Manipulador de materiales N° 06-06 (Tabla 24) se obtiene un 98,50%. A comparación de la disponibilidad inicial, en el que aún no se aplicaba el plan de mantenimiento preventivo, los resultados hallados en la disponibilidad final, han arrojado una notable

mejora en favor de los Manipuladores de materiales de la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote.

La tabla 25 hace un resumen tanto de la disponibilidad inicial como de la disponibilidad final de los Manipuladores de materiales, notándose que se presenta una mejora de un 90,60% a un 97,62%; por otro lado, la figura 10 realiza una comparación de las mismas (disponibilidad inicial y final).

De esta manera se detalla en la Tabla 26, la disponibilidad inicial y disponibilidad final con la variación porcentual (disponibilidad final – disponibilidad inicial) es así que el manipulador de materiales 06-04 obtuvo una variación de 7,05% ; así como para el manipulador de materiales obtuvo una variación de 5,63% y por último el manipulador de materiales obtuvo una variación de 6,11%; donde se corrobora las diferencias que existió antes y después de la aplicación del mantenimiento preventivo.

### Prueba de hipótesis

Tabla 26. Contraste de disponibilidad final e inicial

<b>VARIACIÓN DE DISPONIBILIDAD</b>			
<b>Manipulador de materiales</b>	<b>Disponibilidad inicial</b>	<b>Disponibilidad final</b>	<b>Variación</b>
06-04	90,60%	97,65%	<b>7,05%</b>
06-05	91,99%	97,62%	<b>5,63%</b>
06-06	92,39%	98,50%	<b>6,11%</b>

Fuente: Elaboración propia, tomando en cuenta los porcentajes obtenidos en la disponibilidad inicial y final de los manipuladores de materiales, determinando su variación porcentual (Formato disponibilidad).

Para el análisis estadístico, primero se realizó una prueba de normalidad

- **Prueba de normalidad 1:**

**H0:** Los datos no presentan un comportamiento normal

**H1:** Los datos presentan un comportamiento normal.

Criterio para determinar normalidad:

Si cuando significa (P) Cumple

$P < 0,05$  se aprueba H0

$P \geq 0,05$  se aprueba H1

Tabla 27. Análisis estadístico - prueba de normalidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VARIAC	0,251	3		0,966	3	0,647
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente: Análisis estadístico aplicando el Formato de prueba de normalidad del SPSS, Versión 24.

Por obtener un p valor de 0,647, se aprueba H1, donde indica que presentan un comportamiento normal. Los datos son menores a 50, por ello se usa la prueba Shapiro - Wilk, y podemos concluir que los datos analizados siguen esta distribución normal, por lo tanto, se recomienda usar una prueba paramétrica.

- **Prueba de hipótesis 2:**

Dado que los datos son normales, se aplicará la prueba t-student, para ello se ingresarán al Software SPSS, la disponibilidad de antes y después de la aplicación de la estrategia de mantenimiento preventivo. Para ello se definen de hipótesis, lo siguiente:

**H0:** La aplicación de la estrategia de mantenimiento preventivo no permitió mejorar la disponibilidad del manipulador de materiales en la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, 2018.

**H1:** La aplicación de la estrategia de mantenimiento preventivo mejoró la disponibilidad del manipulador de materiales en la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, 2018.

- Criterio para determinar hipótesis:

Si:

$p \geq 0,05$  se aprueba H0

$p < 0,05$  se aprueba H1

Tabla 28. Análisis estadístico IBM SPSS - T-Student.

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	DISP1 - DISP2	-0,06263333	0,00722311	0,00417027	-0,08057654	-0,04469013	-15,019	2	0,004

Fuente: Análisis estadístico, aplicando el formato de prueba de SPSS Versión 24.

La prueba de T-Student, de las diferencias medias (promedios) de la disponibilidad obtenida del antes y después de la aplicación de la estrategia del mantenimiento preventivo en la empresa Siderperú, establece un valor t de -15,019 cual está dentro del intervalo de confianza de la prueba del 95% (-0,08057654 - 0,04469013), además de ello la prueba tiene un nivel de significancia de 0,05 que es mayor a 0,004, lo cual nos permite aceptar la **hipótesis H1**, la cual muestra que la diferencia de medias es significativa y no al azar como lo manifiesta la hipótesis nula. Por lo cual podemos concluir que la disponibilidad luego de la aplicación de la estrategia del mantenimiento preventivo en la empresa Siderperú; es significativamente mayor que la disponibilidad antes de la aplicación de la estrategia del mantenimiento preventivo en la empresa Siderperú.

#### IV. DISCUSIÓN

1.- En la tesis de Tuesta, titulada “Plan de Mantenimiento para Mejorar la Disponibilidad de los Equipos Pesados de la Empresa Obrainsa”, tiene como objetivo implementar un programa de mantenimiento en las maquinarias pesadas y optimizar la disponibilidad de las mismas, y minimizar las paradas no programadas, y concluye que el indicador de disponibilidad fue superado y se consiguió alcanzar al valor máximo esperado de 91%; este valor cuantifica los efectos de los ajustes del mantenimiento como un aspecto positivo (Tuesta, 2014, p.180). Podemos corroborar que esta investigación contrasta nuestra investigación ya que luego de darse la correspondiente ejecución de la estrategia planteada inicialmente en la presente investigación, referente a la aplicación del mantenimiento preventivo, la disponibilidad del manipulador de materiales de la empresa Siderperú S.A.A. – Chimbote 2018 mejoró en un 7,02% y, por consiguiente, se da por cierta la hipótesis planteada, al señalar que con la aplicación del mantenimiento preventivo se obtendrá una mejor disponibilidad en el manipulador de materiales que emplea la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote en el desarrollo de su actividad productiva. Lo que se logra corroborar con los resultados obtenidos tras la ejecución del mantenimiento preventivo a las máquinas (muestra) con las que trabaja la empresa en cuestión. De esta manera, al comparar el porcentaje general de disponibilidad de los manipuladores de materiales (disponibilidad inicial) cuyo resultado fue 90,60% y, como resultado final (disponibilidad final), se obtuvo un porcentaje general del 97,62% (tal como se ve en la Tabla 25.), con lo cual se evidencia, que, gracias a la aplicación del mantenimiento preventivo, la disponibilidad tuvo un incremento de 7,02% respecto al manipulador de materiales que emplea en su actividad. Lo obtenido, termina concretizando otro de los objetivos de la investigación: evaluar el impacto total respecto de la variación porcentual de la disponibilidad inicial y disponibilidad final del manipulador de materiales en la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote.

2.- Respecto a la investigación de García de Elizondo, titulada “Diseño de un Programa de Mantenimiento Preventivo para Equipos Críticos de la Unidad Estratégica de Negocios (UEN) Agregados de Constructora Meco S.A”, cuyo objetivo principal fue desarrollar una propuesta de estrategia de mejora en la gestión de mantenimiento de la unidad estratégica de negocios agregados, mediante el diseño de un plan de mantenimiento para familias de equipos críticos en el proceso de trituración, y como resultado logra que la implementación

del plan de mantenimiento aporta una mejora en la gestión de mantenimiento y disminución de los costos (Elizondo, 2016). Consideramos que este trabajo contrasta nuestra investigación, puesto que al señalar nosotros como objetivo el diagnosticar la disponibilidad inicial, para mejorarla disponibilidad del manipulador de materiales en la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, 2018, esta termina ejecutándose y realizándose, como se manifiesta en los resultados, ello a razón de la aplicación de una auditoría en el sistema de mantenimiento de la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, apreciable en la Tabla 3., la misma que al ejecutarse, nos advirtió que el mantenimiento preventivo y el plan de mantenimiento tenían un porcentaje crítico de 9%, puesto que la empresa, materia de análisis, no contaba con un correcto plan de mantenimiento que garantice la disponibilidad de los manipuladores de materiales. Esto quiere decir, que la auditoría ejecutada en la empresa brindó mayores alcances de la situación y estado de las maquinarias y del mismo modo, encaminó el plan de acción para reivindicar el panorama actual.

3.- Asimismo, tanto en la investigación de Vargas titulada “Diseño e implementación de un programa de mantenimiento a la flota de Tracto Camiones modelo INTERNACIONAL 9200I, asignados al área de logística en la planta de producción EL INCA de la empresa ARCA CONTINENTAL S.A”, cuyo objetivo está en aplicar el plan de mantenimiento; logró como resultado, mayor disponibilidad de los equipos (Vargas, 2016), como en la tesis de Tuesta, titulada “Plan de Mantenimiento para Mejorar la Disponibilidad de los Equipos Pesados de la Empresa Obrainsa”, que tiene como objetivo implementar un programa de mantenimiento en las maquinarias pesadas y optimizar la disponibilidad de las mismas, y minimizar las paradas no programadas, todo a un corto importe (Tuesta, 2014, p.180); ambas son enfáticas al señalar que la mejora que se obtendrá es, sin duda alguna, la mejora en la disponibilidad de las maquinarias empleadas para el desarrollo de su actividad. Sin duda alguna, las citas mencionadas líneas arriba, terminan siendo aplicables a este caso, dado a que si comparamos las Tablas 6., Tabla 7., Tabla 8., se puede evidenciar que las acciones realizadas eran exclusivamente de mantenimiento correctivo, lo que generaba consiguientemente, que cada cierto tiempo (incierto) las maquinarias presenten una falla (Tabla 9.), y aunado a ello, el tiempo adicional que se tenía que esperar para su reparación (Tabla 10.). Desembocando en un porcentaje de disponibilidad (Tabla 11, 12, 13.) que, tras la aplicación del mantenimiento preventivo, pudo mejor en un 7,02%.

## V. CONCLUSIONES

1.- De los datos obtenidos de la auditoria de mantenimiento obtuvo un valor de 47,94% que indico que es aceptable pero mejorable, seguidamente se evaluó la disponibilidad inicial de los manipuladores de materiales obteniendo 90,60% de disponibilidad determinando que el sistema hidráulico es el que más fallas presenta es así que permitió determinar que el sistema hidráulico es el de menor disponibilidad, es decir, el sistema en el cual se puede evidenciar que su disponibilidad, en comparación a los demás sistemas del manipulador de materiales, resulta siendo el más crítico y quien presenta mayores dificultades.

2.- Con la aplicación el plan del mantenimiento preventivo en las muestras (manipuladores de materiales), se obtuvo un porcentaje de optimización global que bordea los 93%, en cuanto al cumplimiento y ejecución de las actividades de mantenimiento requerido y planeado (supervisión y ejecución) en los manipuladores de materiales de la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote; siendo que estos se ven ratificados y corroborados a través del control de cumplimiento de mantenimiento 2018 (visible en la pág, 54) con lo cual se concluye que su aplicación vino dándose de manera efectiva.

3.- La aplicación del plan de mantenimiento preventivo logró una mejora, en cuanto a disponibilidad se refiere; ello a razón de que se pudo observar (pre test) que la disponibilidad de los manipuladores de materiales de la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote (muestra), a modo general, contaba con un porcentaje de 90,60%, siendo que luego de la aplicación y ejecución del test (señalado líneas arriba), visibiliza una mejoría de 7,02%, logrando llegar a un porcentaje de 97,62% de disponibilidad; resultados que son, finalmente, confirmados por la prueba estadística de diferencia de hipótesis, donde se hace un contraste, del cual se desprende un 5% de significancia o 95% de confianza de la disponibilidad post test, siendo esta mayor en comparación a la disponibilidad pre test.

## VI. RECOMENDACIONES

Aplicar este tipo de análisis y recomendaciones en actividades de mantenimiento que este relacionados a rubros similares, y donde se tenga como motor de producción a equipos como los manipuladores de materiales que emplea la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote:

1.- Ejecutar un plan de mantenimiento preventivo desde que la empresa empiece con su actividad productiva, es decir, desde que “abre” , “funciona”, y empieza a brindar sus servicios; puesto que con ello se puede evitar inconvenientes futuros, que lo único que le generará a la empresa será gastos innecesarios, tanto en piezas u mano de obra para su reparación; paralizaciones, no productividad y no disponibilidad inmediata de sus equipos, tales como aquellas dificultades que presentaba la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, quien luego de la aplicación del mantenimiento preventivo propuesto en esta investigación, logró optimizar su porcentaje de disponibilidad. Evaluar las disponibilidades de los equipos, considerando los factores referidos a las horas de operaciones de la maquinaria y de las horas de parada de esta.

2.- Contar desde un inicio con un plan de salvaguarda, de respaldo ante posibles dificultades y este, sin duda alguna, es el mantenimiento preventivo. Este último resulta de gran beneficio-costos, puesto que con él únicamente se destinará montos (económicamente hablando) específicos para cada actividad y en determinadas ocasiones (tiempo); caso contrario (no contar con un plan como el señalado), obligará a la empresa a recurrir a otro tipo de mantenimiento, tal es el caso del mantenimiento de tipo correctivo, en el que, por supuesto, se destinará dinero no planeado para su reparación, generará paralizaciones imprevistas.

3.- Considerar este análisis (presente investigación) para temas de aplicación en estrategias de mantenimiento predictivo dado a que ambas guardan una estrecha relación, y ello porque, mientras en el mantenimiento preventivo se logra cambiar componentes, se realiza una limpieza interna del equipo, se puede lubricar y desarrollar actividades de esa índole (cada cierto tiempo) que son considerados adecuados; en el mantenimiento predictivo, se “controla” los equipos para detectar señales de deterioro, antes de que ocurra una falla. Por esta razón, contar con ambas debe ser un requisito esencial para el buen desarrollo y funcionamiento de una empresa que se encuentra en vía de desarrollo y consolidación como Siderperú S.A.A. Chimbote.

4.- Continuar con este tipo de evaluaciones (estrategias de mantenimiento), cuando se trate de efectuar mejoras en la disponibilidad de los equipos, tomando esto desde la óptica de la confiabilidad y de la mantenibilidad, así se logrará un ejercicio y funcionamiento sólido de la empresa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, Leonardo y RODRIGUEZ, Hender. Análisis de modos y efectos de falla para mejorar la disponibilidad operacional en la línea producción de gaseosas N°3. Tesis (Titulación Ingeniería Industrial). Bogotá: Universidad Libre de Colombia, 2014. 178 pp.

AÑAZCO, Juan y SALAZAR, Luis. Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo planificado de máquinas y equipos, para incrementar la rentabilidad en consorcio A&A SRL-Cajamarca 2016. Tesis (Titulación). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2016. 198 pp.

AVILÉS, Josue. Programa de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad mecánica del cargador volvo L12F en la municipalidad provincial de Acobamba-Huancayo. Tesis (Titulación). Huancayo: Universidad del Centro del Perú de Huancayo, 2016. 167 pp.

BSGRUPO conocimientos para crecer [Mensaje en un blog]. (23 de enero de 2018). [Fecha de consulta: 13 de junio de 2018]. Recuperado de <https://bsgrupo.com/bs-campus/blog/Indicadores-de-Confiabilidad-Propulsores-en-la-Gestion-del-Mantenimiento-94>.

CANALES, Carlos. Desarrollo de un Plan de Mantenimiento Preventivo Basado en la Metodología RCM para el Departamento de Patio de Caña. Tesis (Titulación). Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2014. 192 pp.

CATERPILLAR INC. Cat. [Mensaje en un blog]. (02 de enero de 2018). [Fecha de consulta: 11 de junio de 2018]. Recuperado de [https://www.cat.com/es\\_US/support/operations/technology/catminestar/minestarinaction/preventive-maintenanceavailability.html](https://www.cat.com/es_US/support/operations/technology/catminestar/minestarinaction/preventive-maintenanceavailability.html).

DOMÍNGUEZ, Natalia. Mantenimiento Preventivo. [Mensaje en un blog]. (14 de enero de 2016). [Fecha de consulta: 12 de junio de 2018]. Recuperado de <https://es.calameo.com/read/00482120180a041f7f46f>.

ELIZONDO, Milagro. Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para equipos críticos de la unidad estratégica de negocios (UEN) agregados de constructora meco S.A. Tesis (Titulación). Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2016. 150 pp.

EMERSON process management. Emerson Process. 29 de enero de 2000. Disponible en: [http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20Central%20Web%20Documents/BusSch-OEE\\_102es.pdf](http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20Central%20Web%20Documents/BusSch-OEE_102es.pdf).

GARCÍA, Oliverio. Gestión moderna del mantenimiento industrial. 1° ed. Ediciones de la Universidad de Bogotá, 234 pp.  
ISBN: 9789587620511.

GAITHER, Norman y FRAZIER, Grey. Administración de producción y operaciones. 4ta Ed. México: Editorial Thomson Editorial Soluciones empresariales. 2000. 762 pp.

GARCÍA, Santiago. Organización y gestión integral de mantenimiento. Ediciones Díaz de los Santos S.A, 2003. 245 pp.  
ISBN: 8479785489.

HODSON, William y MAYNARD. Manual del ingeniero industrial. México: Editorial Mc. Graw Hill, 1996. 145 pp.

HUANCAÑA, Christian. Mejora de la disponibilidad mecánica y confiabilidad operacional de una flota de cosechadoras de caña de azúcar de 40 t/h de capacidad. Tesis (Titulación) Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016. 183 pp.

INTEGRAMARKET Escuela de Gestión Empresarial. Gestión y planificación del mantenimiento industrial. Lima: Integramarket grupo América Factorial S.A.C, 2018. 233 pp.  
ISBN: 9781370710768.

LEÓN, Abel. Propuesta de un programa de mantenimiento preventivo para reducir los costos operativos en el caldero de la Empresa Industrial Center Wash. Tesis (Titulación) Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2016. 195 pp.

MADRIGAL. Mantenimiento industrial. UPIICSA, 2007. 156 pp.

MAURICIO, Alfonso. Diseño de un modelo de gestión y control para variables críticas en la cadena de valor de la operación minera mantos blancos. Tesis (Titulación). Chile: Universidad de Chile, 2015. 244 pp.

MAYORGA, Alexis. Investigación del incremento de la productividad en la fábrica de pernos en la empresa Galo G. O. CIA. LTDA, mediante el análisis de disponibilidad en las etapas de su proceso productivo. Tesis (Titulación). Lima: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2017. 160 pp.

MELLENDEZ y RODRIGUÉZ. Gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de la flota de transporte pesado de la empresa San Joaquín S.A.A. Pomalca 2016. Tesis (Titulación). Pimentel: Universidad Señor de Sipán, 2016. 193 pp.

MONKS, Joseph. Administración de operaciones, serie Schaum., 1° ed. México: D.F., Mc. Graw Hill, 1999. 400 pp.

MONTILLA, Carlos. Fundamentos de mantenimiento industrial. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2016. 233 pp.  
ISBN: 9789587222388.

MORA, Alberto. Mantenimiento. Planeación, ejecución y control. Bogotá: Alfaomega Colombiana S.A, 2009. 267 pp.  
ISBN: 9789586827690.

NAVARRO. Gestión Integral de Mantenimiento. Editorial Marcombo, 1997. 246 pp.

ORDOÑEZ, Edwing. Estudio de la gestión de mantenimiento en los servicios y su incidencia en la disponibilidad de la maquinaria pesada. Tesis (Titulación). Ecuador: Universidad Tecnológica Indoamérica de Ecuador, 2017. 167 pp.

OROZCO, Luis. Plan de Programa Integral de Mantenimiento Asistido por Ordenador, Centrado en el Preventivo a Nivel de 4to Escalon de la Línea de Producción de papas (PC-14) de la Empresa Frito Lay del Grupo Pepsico Alimentos. Tesis (Titulación). Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas, 2016. 185 pp.

PALACIOS, Johnny. Propuesta de un Programa de Mantenimiento para incrementar la Confiabilidad en las Excavadoras Hidráulicas Komatsu PC4000-6 Bayóvar. Tesis (Titulación). Chimbote: Universidad Cesar Vallejo, 2013. 199 pp.

PESANTEZ, Álvaro. Elaboración de un plan de mantenimiento predictivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo y preventivo de una empresa empaedora de camarón. Tesis (Titulación). Bogotá: Escuela Politécnica Superior del Litoral, 2017. 260 pp.

PINTO. Gerenciamiento moderno de Mantenimiento, 1995. .254 pp.

RELIABILITYWEB. Reliability. [Mensaje en un blog]. (10 de enero de 2018). [Fecha de consulta: 20 de junio de 2018]. Recuperado de <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/balanced-scorecard-en-la-gestion-del-mantenimiento/>

REVISTA VirtualPro especializada en procesos industriales. [en línea]. Barcelona: Universidad de Sevilla, 2008 [fecha de consulta: 20 de junio de 2018]. Disponible en <https://www.revistavirtualpro.com/revista/mantenimiento-industrial/11>  
ISSN: 19006241

RICARLDE, Melissa. Propuesta para la mejora de la disponibilidad de los camiones de una empresa de transportes de carga pesada, mediante el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento. Tesis (Titulación). Lima: Universidad Privada de Ciencias Aplicadas, 2013. 194 pp.

RIVERA, José. Modelo de toma de decisiones de mantenimiento para evaluar impactos en disponibilidad, mantenibilidad, confiabilidad y costos. Tesis (Titulación). Santiago: Universidad de Santiago de Chile, 2015. 222 pp.

SEAS estudios superiores abiertos. Gestión de mantenimiento I. Madrid: El depositario S.A, 2012. 145 pp.  
ISSN: 9788415545696

SIDERPERU. 12 de febrero de 2012. Disponible en: <http://www.sider.com.pe/contenidos/detalle/36/perfil-de-Siderperu>.

SMITH, Anthony y HINCHCLIFFE, Glenn. Develop good strategies for effective preventive maintenance. Plant Engineering, 2005. 302 pp.

TAVARES, Lourival. Administración moderna de mantenimiento. Brasil: Novo Polo Publicaciones, 2000. 135 pp.

TOMLINGSON, Paul. Effective Maintenance: The Key to Profitability: A Manager's Guide to Effective Industrial Maintenance Management, 1998, 224 pp.  
ISSN: 97804713

TORRES, Leandro. Mantenimiento su implementación y gestión. Córdoba: Jorge Sarmiento Editores, 2005. 264 pp.  
ISBN: 9879406818

TORRES, Steve. Implementación de un sistema de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de jumbo axera-05 en la empresa Congemin minera horizonte. Tesis (Titulación). Huancayo: Universidad del Centro del Perú, 2015. 110 pp.

TUESTA, Jehysson. Plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos pesados de la empresa Obrainsa. Tesis (Titulación). Callao: Universidad Nacional del Callao, 2014. 180 pp.

VARGAS, Zurira. Diseño e Implementación de un Programa de Mantenimiento a la Flota de Tracto Camiones Modelo Internacional 9200I Asignados al Área de Logística en la Planta de Producción el Inca de la Empresa Arca Continental S.A. Tesis (Titulación) Ecuador: Universidad Internacional del Ecuador, 2016. 141 pp.

WALKER, James y SURMAN, Susanne. Industrial Biofouling: Detection, Prevention and Control, 2000. 256 pp.  
ISSN: 97804719

YPANAQUÉ Silvia y CHUCUYA Roberto y ESQUIVEL Lourdes. Mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad y confiabilidad de una grúa de 50 toneladas, 2017, 309 pp.  
ISSN: 2414-8199

## Anexo 1. Fórmulas de MTBF y MTTR

Fórmula de Tiempo Medio entre Fallas o MTBF:

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo Total de Operaciones}}{\textit{Número de Fallas}}$$

Fórmula del Tiempo Medio de Reparación o MTTR:

$$MTTR = \frac{\textit{Tiempo Total de Paradas}}{\textit{Número de Fallas}}$$

Fuente: Mantenimiento. Planeación, ejecución y control. (Mora Alberto, 2009, pág.79)

## Anexo 2. Fórmula de disponibilidad

La fórmula de la disponibilidad es:

$$\textit{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\%$$

Dónde:

MTBF: Tiempo medio entre fallas

MTTR: Tiempo medio de reparación

Fuente: Mantenimiento. Planeación, ejecución y control. (Mora Alberto, 2009, pág.80)

### Anexo 3. Ficha técnica de equipo

<b>FICHA TÉCNICA MANIPULADOR DE MATERIALES</b>			
<b>SIDERPERU – EQUIPOS ACERIA</b>			
<b>OBJETO DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>NOMBRE</b>	<b>MARCA</b>		
MANIPULADOR DE MATERIALES	CAT		
<b>MODELO</b>	<b>SERIE</b>		
M322			
<b>DIMENSIONES</b>			
PESO			
15TN			
ALTURA			
12 pies pulg			
LONGITUD			
20 pies pulg			
ANCHO			
10 pies 7 pulg			
<b>DESCRIPCIÓN DEL MANIPULADOR DE MATERIALES</b>			
<p>El manipulador de materiales Caterpillar son máquinas fabricadas para la manipulación de materiales de chatarra, el cual tiene varias aplicaciones para satisfacer las necesidades de los clientes</p>			
<b>PAÍS DEL PROVEEDOR</b>	<b>FECHA DE COMPRA</b>	<b>ORDEN DE COMPRA</b>	<b>FECHA DE FUNCIONAMIENTO</b>
ESTADOS UNIDOS	10-04-2014	N°1234	20-04-2014
<b>COSTO DEL EQUIPO</b>	<b>GARANTÍA</b>	<b>ÁREA DE UBICACIÓN DEL EQUIPO</b>	
\$ 135,080.00	3 años	SIDERPERÚ CHIMBOTE – PATIO METÁLICO	
<b>SISTEMAS Y COMPONENTES DEL MANIPULADOR DE MATERIALES</b>			
<b>SISTEMAS</b>		<b>COMPONENTES</b>	
SISTEMA DE MOTOR		SI	
SISTEMA HIDRÁULICO		SI	
SISTEMA ELÉCTRICO		SI	
SISTEMA DE IMPLEMENTOS		SI	
<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL MANIPULADOR DE MATERIALES</b>			
<b>CAPACIDAD TOTAL (TN)</b>	<b>RADIO GIRO (mm)</b>	<b>ALTURA DE ELEVACIÓN MÁXIMA DE LA CARGA (m)</b>	<b>ANCHO TOTAL DE LA CARGA (m)</b>
20TN	3.50 metros	7.50 metros	3.60metros
<b>MANTENIMIENTO A NIVEL USUARIO</b>			
<p>El operador tiene la capacidad de poder identificar las fallas importantes y deberá reportar a su jefe de área inmediato.</p>			

Anexo 04. Formato auditoría de mantenimiento (Cuestionario)

**CUESTIONARIO DE AUDITORÍA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO**

N°	CRITERIO	DES.			FAV.
		0	1	2	3
1	¿El organigrama de mantenimiento garantiza la presencia de personal de mantenimiento preparado cuando se necesite, de la forma más rápida posible?	Tiempo de respuesta muy lento	Des favorable	Aceptable, pero con inconvenientes	Inmediato
2	¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora un nuevo trabajador al área de mantenimiento?	No	No siempre	Casi siempre	Si
3	¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?	No	Si, pero la forma no es la adecuada	Mejorable, pero aceptable	Si
4	¿Este plan de formación hace que los conocimientos en el mantenimiento de la planta mejoren?	No	Graves defectos	Mejorable, pero aceptable	Si
5	¿El plan de formación hace que los conocimientos en otras áreas de la planta (operaciones, seguridad, medioambiente, administración, etc) mejoren?	No	Muy poca incidencia	Mejorable, pero aceptable	Si
6	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar todo tipo de tareas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación) sencillas?	Ninguno	Solo alguno	Casi todos	Todos
7	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar todo tipo de tareas especializadas (mecánicas,	Ninguno	Solo alguno	Casi todos	Todos
8	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar todo tipo de tareas (mecánicas, eléctricas o de	Ninguno	Solo alguno	Casi todos	Todos
9	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar todo tipo de tareas especializadas (mecánicas,	Ninguno	Solo alguno	Casi todos	Todos
10	¿El personal de mantenimiento está capacitado para trabajar en otras áreas (operaciones, seguridad, control	Ninguno	Solo alguno	Casi todos	Todos
11	¿Se respeta el horario de entrada y salida?	General- mente no	A menudo, no	En general sin excepción	Siempre
12	¿El personal de mantenimiento se siente reconocido en su trabajo?	En absoluto	En general, no	Si, con alguna excepción	Si
13	¿El personal de mantenimiento siente que la empresa se preocupa de sus necesidades para poder realizar un	En absoluto	No siempre	Casi siempre	Si
14	¿El personal de mantenimiento considera que tiene proyección profesional dentro de la empresa?	No	Poca proyección	Lo ven posible	Si
15	¿El personal de mantenimiento está comprometido con los objetivos de la empresa?	No	Poco	Suficiente	Muy comprometidos
16	¿El personal de mantenimiento tiene un buen concepto de sus mandos?	En general no	Se detectan quejas	Pocas diferencias	Excelente concepto
17	¿El personal de mantenimiento considera que el ambiente del área de operaciones es agradable?	Malo	Regular	Normal	Bueno
18	¿El nivel de absentismo entre el personal de mantenimiento es bajo?	Muy alto	Más alto de lo normal	Normal	Muy bajo
19	¿Las herramientas mecánicas se corresponden con lo que se necesita?	No	Carencias importantes	Falta algo	Si
20	¿Las herramientas eléctricas se corresponden con lo que se necesita?	No	Carencias importantes	Falta algo	Si
21	¿Las herramientas para el mantenimiento de la instrumentación se corresponden con lo que se necesita?	No	Carencias importantes	Falta algo	Si

22	¿Las herramientas para el mantenimiento predictivo se corresponden con lo que se necesita?	No <input checked="" type="checkbox"/>	Carencias importantes	Falta algo	Si
23	¿Las herramientas de taller se corresponden con lo que se necesita?	No	Carencias importantes	Falta algo	Si <input checked="" type="checkbox"/>
24	¿El taller está situado en el lugar apropiado?	En el peor lugar posible	No, pero no tiene solución	Mejorable <input checked="" type="checkbox"/>	Lugar óptimo
25	¿Está limpio y ordenado su interior?	No, muy desordenado	Mal aspecto <input checked="" type="checkbox"/>	Mejorable, pero aceptable	Excelente
26	¿Mantenimiento dispone de los medios de comunicación interna que se necesitan?	No, muy desordenado	Mal aspecto	Mejorable, pero aceptable <input checked="" type="checkbox"/>	Excelente
27	¿Mantenimiento dispone de los medios de comunicación con el exterior que se necesitan?	No	Carencias importantes	Falta algo <input checked="" type="checkbox"/>	Si
28	¿Se dispone de los medios de transporte que se necesitan?	No	Carencias importantes	Falta algo <input checked="" type="checkbox"/>	Si
29	¿Se dispone de los medios de elevación que se necesitan (carretillas elevadoras, carretillas manuales,	No	Carencias importantes <input checked="" type="checkbox"/>	Falta algo	Si
30	¿La programación de las tareas de mantenimiento se cumple?	No	En general, no	Mejorable, pero aceptable	Si
31	¿El Plan de mantenimiento respeta las instrucciones de los fabricantes?	No	En general, no <input checked="" type="checkbox"/>	En general, si	Si
32	¿Se han analizado los fallos críticos de la planta?	No	Muy pocos <input checked="" type="checkbox"/>	Los más importante	Si
33	¿El Plan está orientado a evitar esos fallos críticos de la planta y/o a reducir sus consecuencias?	No	En general, no <input checked="" type="checkbox"/>	Mejorable, pero aceptable	Si
34	¿El plan de mantenimiento se realiza?	No	En general, no	Mejorable, pero aceptable <input checked="" type="checkbox"/>	Si
35	¿La proporción entre horas/hombre dedicadas a mantenimiento programado y mantenimiento correctivo no programado es la adecuada?	No, todo es correctivo	Gran parte <input checked="" type="checkbox"/>	Mejorable, pero aceptable	Si
36	¿El número de averías repetitivas es bajo?	Muy alto	Regular <input checked="" type="checkbox"/>	Mejorable	Muy bajo
37	¿El tiempo medio de resolución de una avería es bajo?	Muy alto	Regular <input checked="" type="checkbox"/>	Mejorable	Muy bajo
38	¿Hay un sistema claro de asignación de prioridades?	No	Si, pero tiene graves defectos	Si, pero es mejorable	Si
39	¿Este sistema se utiliza correctamente?	No	En general, no <input checked="" type="checkbox"/>	En general, si	Si
40	¿El número de averías con el máximo nivel de prioridad (o averías urgentes) es bajo?	Muy alto	Regular <input checked="" type="checkbox"/>	Mejorable, pero aceptable	Muy bajo
41	¿El número de averías pendientes de reparación es bajo?	Muy alto	Regular <input checked="" type="checkbox"/>	Mejorable, pero aceptable	Muy bajo
42	¿La razón por la que las averías están pendientes está justificada?	No	En general, no	En general, si <input checked="" type="checkbox"/>	Si, en todos los casos
43	¿El personal de mantenimiento recibe formación en estos procedimientos, especialmente cuando se producen cambios?	No, nunca	En general, no	En general, si <input checked="" type="checkbox"/>	Siempre, de forma sistemática
44	¿El proceso de implantación de un nuevo procedimiento es el adecuado?	Ningún proceso establecido	Si, pero es incorrecto	Si, pero es mejorable <input checked="" type="checkbox"/>	Si
45	¿Cuándo el personal de mantenimiento realiza una tarea utiliza el procedimiento aprobado?	No	En general, no <input checked="" type="checkbox"/>	En general, si	Si
46	¿Los procedimientos de mantenimiento se actualizan periódicamente?	No, nunca	En general, no <input checked="" type="checkbox"/>	En general, si	Si
47	¿Todos los trabajos que se realizan se reflejan en un orden de trabajo?	Nunca	En general, no	En general, si <input checked="" type="checkbox"/>	Siempre
48	¿El formato de este orden de trabajo es adecuado?	No	Deficiencias graves	Mejorable, pero aceptable <input checked="" type="checkbox"/>	Si
49	¿Los operarios complementan correctamente estas órdenes?	No	En general, no <input checked="" type="checkbox"/>	En general, si	Si

50	¿Se comprueba periódicamente que se dispone de ese stock?	No	<del>En general, no</del>	<del>Si, pero no de forma sistemática</del>	Si
51	¿La lista de stock mínimo se actualiza y mejora periódicamente?	No	<del>Solo se ha hecho alguna vez</del>	<del>Tendría que hacerse más a menudo</del>	Si
52	¿Se realizan periódicamente inventarios de repuesto?	No	<del>Solo se ha hecho alguna vez</del>	<del>Tendría que hacerse más a menudo</del>	Si
53	¿Los movimientos del almacén se registran de alguna forma (sistema informático, hoja de cálculo, libro, etc.)?	No	No todos	<del>Pequeñas deficiencias</del>	Si
54	¿Coincide lo que se cree que se tiene (según los inventarios y el sistema informático) con lo que se recibe?	No	No todos	<del>Pequeñas deficiencias</del>	Si
55	¿Se realizan comprobaciones de material cuando se recibe?	No, nunca	<del>Sólo algunas veces, pocas</del>	Casi siempre	Siempre
56	¿La disponibilidad media de los equipos significativos es la adecuada?	No	<del>Es baja</del>	Si	Excelente
57	¿La disponibilidad media de la planta es la adecuada?	No	<del>Es baja</del>	Si	Excelente
58	¿La evolución de la disponibilidad es positiva (está aumentando la disponibilidad)?	Desciende mucho	<del>Esta descendiendo</del>	Se mantiene	Si
59	¿El tiempo medio entre fallos en equipos significativos es el adecuado?	No	<del>Es baja</del>	Si	Excelente
60	¿La evolución del tiempo medio entre fallos en equipos significativos es positiva?	Desciende mucho	<del>Esta descendiendo</del>	Se mantiene	Si
61	¿El número de OT de emergencia es bajo?	No	<del>Es alto</del>	Si	Excelente
62	¿El número de OT de emergencia está descendiendo?	No	<del>Es bajo</del>	Si	Excelente
63	¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos es bajo?	Muy alto	<del>Alto</del>	Bajo	Muy bajo
64	¿El proceso de implantación de un nuevo procedimiento es el adecuado?	Ningún proceso establecido	Si, pero es incorrecto	Si pero no es mejorable	Si
65	¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos está descendiendo?	Aumenta	<del>Aumenta ligeramente</del>	Se mantiene	Si
66	¿El número de averías repetitivas es bajo?	Muy alto	<del>Alto</del>	Bajo	Muy bajo
67	¿El número de averías repetitivas está descendiendo?	Aumenta	<del>Aumenta ligeramente</del>	Se mantiene	Si
68	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento es el adecuado?	Muy alto	<del>Alto</del>	Bajo	Muy bajo
69	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento está descendiendo?	Aumenta	<del>Aumenta ligeramente</del>	Se mantiene	Si
70	¿El gasto en repuestos es el adecuado?	Muy alto	<del>Alto</del>	Bajo	Muy bajo
71	¿El gasto en repuestos está descendiendo?	Aumenta	<del>Aumenta ligeramente</del>	Se mantiene	Si
72	¿El sistema informático supone una carga burocrática excesiva?	No	<del>En general, no</del>	En general si	Si
73	¿El sistema informático aporta información fiable?	No	<del>En general, no</del>	<del>En general si</del>	Si
74	¿El sistema informático aporta información útil?	No	<del>En general, no</del>	<del>En general si</del>	Si
75	¿Los mandos de mantenimiento consultan la información contenida en el sistema informático?	No	<del>En general, no</del>	<del>En general si</del>	Si
76	¿El personal de mantenimiento consulta la información contenida en el sistema informático?	No	<del>En general, no</del>	En general si	Si
77	¿Se emite un informe periódico que analiza la evolución del departamento de mantenimiento?	No	<del>Si, pero no contiene información útil</del>	<del>Mejorable, pero aceptable</del>	Si
78	¿El informe aporta información útil para la toma de decisiones?	No	<del>En general, no</del>	<del>Mejorable, pero aceptable</del>	Si

79	¿Se ha elaborado una lista de repuesto mínimo que debe permanecer en stock?	No	Sí pero no es válida	Mejorable, pero <del>aceptable</del>	Sí
80	¿Los criterios empleados para elaborar esa lista son válidos?	No	En general, no	Mejorable, pero <del>aceptable</del>	Sí
81	¿Se comprueba periódicamente que se dispone de ese stock?	No	En general, <del>no</del>	Sí, pero no de forma sistemática	Sí
82	¿La lista de stock mínimo se actualiza y mejora periódicamente?	No	Solo se ha hecho alguna vez	Tendría que hacerse más a menudo	Sí
83	¿Se realizan periódicamente inventarios de repuesto?	No	Solo se ha hecho alguna vez	Tendría que hacerse más a menudo	Sí
84	¿Los movimientos del almacén se registran de alguna forma (sistema informático, hoja de cálculo, libro,	No	No todos	Pequeñas deficiencias	Sí
85	¿Coincide lo que se cree que se tiene (según los inventarios y el sistema informático) con lo que se	No	Muchas discrepancias	Pequeñas deficiencias	Sí
86	¿El almacén está limpio y ordenado?	No	En general, <del>no</del>	Mejorable, pero <del>aceptable</del>	Sí
87	¿El almacén está situado en el lugar adecuado?	No	No, aunque no hay otro sitio	Mejorable, pero <del>aceptable</del>	Sí
88	¿Es fácil localizar cualquier pieza?	No	Difícil	Mejorable, pero <del>aceptable</del>	Sí
89	¿Las condiciones de almacenamiento son correctas?	No	Difícil	Mejorable, pero <del>aceptable</del>	Sí
90	¿Se realizan comprobaciones de material cuando se recibe?	No, nunca	Sólo algunas veces, pocas	<del>Casi siempre</del>	Siempre
91	¿La disponibilidad media de los equipos significativos es la adecuada?	No	<del>Es baja</del>	Sí	Excelente
92	¿La disponibilidad media de la planta es la adecuada?	No	<del>Es baja</del>	Sí	Excelente
93	¿La evolución de la disponibilidad es positiva (está aumentado la disponibilidad)?	Desciende mucho	Esta descendiendo	<del>Se mantiene</del>	Sí
94	¿El tiempo medio entre fallos en equipos significativos es el adecuado?	No	<del>Es baja</del>	Sí	Excelente
95	¿La evolución del tiempo medio entre fallos en equipos significativos es positiva?	Desciende mucho	Esta descendiendo	Se mantiene	<del>Sí</del>
96	¿El número de OT de emergencia es bajo?	No	<del>Es alto</del>	Sí	Excelente
97	¿El número de OT de emergencia está descendiendo?	<del>No</del>	Es baja	Sí	Excelente
98	¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos es bajo?	Muy alto	<del>Alto</del>	Bajo	Muy bajo
99	¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos está descendiendo?	Aumenta	Aumenta ligeramente	<del>Se mantiene</del>	Sí
100	¿El número de averías repetitivas es bajo?	Muy alto	<del>Alto</del>	Bajo	Muy bajo
101	¿El número de averías repetitivas está descendiendo?	Aumenta	Aumenta ligeramente	Se mantiene	Sí
102	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento es el adecuado?	Muy alto	<del>Alto</del>	Bajo	Muy bajo
103	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento está descendiendo?	Aumenta	Aumenta ligeramente	Se mantiene	Sí
104	¿El gasto en repuestos es el adecuado?	Muy alto	<del>Alto</del>	Bajo	Muy bajo
105	¿El gasto en repuestos está descendiente?	Aumenta	Aumenta ligeramente	Se mantiene	Sí

Anexo 05. Historial de fallas de manipuladores

HISTORIAL DE FALLAS DE MANIPULADORES DE MATERIALES 06-04						
 <b>SIDERPERU</b>			<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>		FORMATO : 000000000000001	
					AREA DE MANTENIMIENTO - SIDERPERU 2018	
HISTORIAL DE FALLAS						
EQUIPO	FECHA	SISTEMA	CAUSA DE LA FALLA	RESPONSABLE	ACCION REALIZADA	ELEMENTO REEMPLAZADO
06-04	05/01/2017	Motor	combustible comtaminado	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	06 Inyectores
06-05	05/01/2017	Motor	combustible comtaminado	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	06 Inyectores
06-06	05/01/2017	Motor	combustible comtaminado	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	06 Inyectores
06-04	09/01/2017	Motor	combustible comtaminado	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	04 Inyectores
06-04	10/01/2017	Electrico	bateria no mantiene la carga	Tec. Electrico	Mantto. Correctivo	baterias
06-05	10/01/2017	Electrico	bateria ho mantiene la carga	Tec. Electrico	Mantto. Correctivo	baterias
06-06	10/01/2017	Electrico	bateria no mantiene la carga	Tec. Electrico	Mantto. Correctivo	baterias
06-04	13/01/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-05	13/01/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-06	13/01/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-04	14/01/2017	Motor	combustible comtaminado	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	2 Inyectores
06-05	14/01/2017	Motor	combustible comtaminado	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	04 Inyectores
06-05	15/01/2017	Electrico	bateria no mantiene la carga	Tec. Electrico	Mantto. Correctivo	baterias
06-04	17/01/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-05	17/01/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-06	17/01/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-04	20/01/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-04	22/01/2017	Implementos	golpe en vastago del cilindro	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	cilindro hidraulico
06-04	22/01/2017	Implementos	golpe en vastago del cilindro	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	cilindro hidraulico
06-05	22/01/2017	Implementos	golpe en vastago del cilindro	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	cilindro hidraulico
06-06	22/01/2017	Implementos	golpe en vastago del cilindro	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	cilindro hidraulico
06-05	23/01/2017	Electrico	bateria no mantiene la carga	Tec. Electrico	Mantto. Correctivo	baterias
06-04	24/01/2017	Motor	desgaste de engranajes	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	bomba de inyeccion
06-04	24/01/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-05	24/01/2017	Motor	desgaste de engranajes	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	bomba de inyeccion
06-05	24/01/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-06	24/01/2017	Motor	desgaste de engranajes	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	bomba de inyeccion
06-04	28/01/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-05	28/01/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-05	28/01/2017	Motor	combustible comtaminado	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	06 Inyectores
06-06	28/01/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-05	29/01/2017	Transmisi3n	engranaje roto	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	engranajes y rodamientos
06-04	30/01/2017	Electrico	bateria no mantiene la carga	Tec. Electrico	Mantto. Correctivo	baterias
06-04	30/01/2017	Motor	combustible comtaminado	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	06 Inyectores
06-05	30/01/2017	Electrico	bateria no mantiene la carga	Tec. Electrico	Mantto. Correctivo	baterias
06-05	30/01/2017	Motor	combustible comtaminado	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	06 Inyectores
06-06	30/01/2017	Electrico	bateria no mantiene la carga	Tec. Electrico	Mantto. Correctivo	baterias
06-04	31/01/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-05	31/01/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-06	31/01/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-04	05/02/2017	Motor	combustible comtaminado	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	06 Inyectores
06-05	05/02/2017	Motor	combustible comtaminado	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	06 Inyectores
06-04	07/02/2017	Electrico	bateria no mantiene la carga	Tec. Electrico	Mantto. Correctivo	baterias
06-05	07/02/2017	Electrico	bateria no mantiene la carga	Tec. Electrico	Mantto. Correctivo	baterias
06-06	07/02/2017	Electrico	bateria no mantiene la carga	Tec. Electrico	Mantto. Correctivo	baterias
06-05	09/02/2017	Implementos	golpe en vastago del cilindro	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	cilindro hidraulico
06-04	13/02/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-06	13/02/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-04	14/02/2017	Motor	combustible comtaminado	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	04 Inyectores
06-05	14/02/2017	Motor	combustible comtaminado	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	04 Inyectores
06-06	14/02/2017	Motor	combustible comtaminado	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	04 Inyectores
06-04	17/02/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-05	17/02/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-05	20/02/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-05	20/02/2017	Electrico	bateria no mantiene la carga	Tec. Electrico	Mantto. Correctivo	baterias
06-06	20/02/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-04	22/02/2017	Implementos	golpe en vastago del cilindro	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	cilindro hidraulico
06-04	22/02/2017	Implementos	golpe en vastago del cilindro	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	cilindro hidraulico











06-05	16/12/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-06	16/12/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-04	20/12/2017	Implementos	golpe en vastago del cilindro	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	cilindro hidraulico
06-04	21/12/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-05	21/12/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-06	21/12/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-04	22/12/2017	Implementos	golpe en vastago del cilindro	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	cilindro hidraulico
06-05	22/12/2017	Implementos	golpe en vastago del cilindro	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	cilindro hidraulico
06-06	22/12/2017	Implementos	golpe en vastago del cilindro	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	cilindro hidraulico
06-04	23/12/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-04	24/12/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-05	24/12/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-04	25/12/2017	Motor	desgaste de engranajes	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	bomba de inyeccion
06-05	25/12/2017	Motor	desgaste de engranajes	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	bomba de inyeccion
06-06	25/12/2017	Motor	desgaste de engranajes	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	bomba de inyeccion
06-04	28/12/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-05	28/12/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-04	29/12/2017	Electrico	bateria no mantiene la carga	Tec. Electrico	Mantto. Correctivo	baterias
06-05	29/12/2017	Electrico	bateria no mantiene la carga	Tec. Electrico	Mantto. Correctivo	baterias
06-06	29/12/2017	Electrico	bateria no mantiene la carga	Tec. Electrico	Mantto. Correctivo	baterias
06-04	30/12/2017	Motor	combustible comtaminado	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	06 Inyectores
06-04	30/12/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-05	30/12/2017	Motor	combustible comtaminado	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	06 Inyectores
06-05	30/12/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-06	30/12/2017	Motor	combustible comtaminado	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	06 Inyectores
06-06	30/12/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-04	11/10/10320	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica
06-04	30/02/2017	Electrico	bateria no mantiene la carga	Tec. Electrico	Mantto. Correctivo	baterias
06-04	30/02/2017	Motor	combustible comtaminado	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	06 Inyectores
06-05	30/02/2017	Electrico	bateria no mantiene la carga	Tec. Electrico	Mantto. Correctivo	baterias
06-06	30/02/2017	Electrico	bateria no mantiene la carga	Tec. Electrico	Mantto. Correctivo	baterias
06-06	30/02/2017	Motor	combustible comtaminado	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	06 Inyectores
06-04	31/02/2017	Hidraulico	rozamientos entre mangueras	Tec. Mecanico	Mantto. Correctivo	manguera hidraulica

Anexo 06. Formato registro de fallas

REGISTRO DE FALLAS MANIPULADOR DE MATERIALES 06-04				
MESES	Nº DE FALLAS	TIEMPO DE REPARACIÓN	HORAS DE PROCESO	ACCIONES REALIZADAS
ENERO				
FEBRERO				
MARZO				
ABRIL				
MAYO				
JUNIO				
JULIO				
AGOSTO				
SEPTIEMBRE				
OCTUBRE				
NOVIEMBRE				
DICIEMBRE				
TOTALES				

**Anexo 07. Control de cumplimiento de mantenimiento**

CONTROL DE CUMPLIMIENTO DEL MANTENIMIENTO												
Actividades	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
cambio de aceite y filtros motor												
cambio de inyectores												
cambio de mangueras hidráulicas												
mantenimiento de baterías y luces												
cambio filtros hidráulico												
cambio aceite y filtros transmisión												
cambio de válvulas hidráulicas												
mantenimiento implemento y motor de giro												
mantenimiento frenos												
PROGRAMADAS												
EJECUTADAS												
CUMPLIMIENTO MES												
PROGRAMADAS ACUMULADAS												
EJECUTADAS												
CUMPLIMIENTO INTEGRAL												

**Anexo 08. Programa mantenimiento preventivo**

PLAN DE MANTENIMIENTO EMPRESA SIDERPERU S.A.A.																																	
ÁREA DE MANTENIMIENTO		FECHA DE ELABORACIÓN:						ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO		SETIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE	
EQUIPO	MESES	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO		SETIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE							
	SISTEMAS- HORAS	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000	3250	3500	3750	4000	4250	4500	4750	6500	6750	7500		7750	8000	8250						
06--04	MOTOR																																
	TRANSMISIÓN																																
	HIDRÁULICO																																
	IMPLEMENTOS																																
	ELÉCTRICO																																
06--05	MOTOR																																
	TRANSMISIÓN																																
	HIDRÁULICO																																
	IMPLEMENTOS																																
	ELÉCTRICO																																
06--06	MOTOR																																
	TRANSMISIÓN																																
	HIDRÁULICO																																
	IMPLEMENTOS																																



Anexo 09. Formato de tiempo medio entre fallas

MÁQUINA	SISTEMAS	HORA PROCESO	NÚMERO DE REPARACIONES	MTBF=(Tiempo total de operaciones)/(Nº de fallas)
06—04	MOTOR			
	TRANSMISIÓN			
	HIDRÁULICO			
	IMPLEMENTOS			
	ELÉCTRICO			
06—05	MOTOR			
	TRANSMISIÓN			
	HIDRÁULICO			
	IMPLEMENTOS			
	ELÉCTRICO			
06—06	MOTOR			
	TRANSMISIÓN			
	HIDRÁULICO			
	IMPLEMENTOS			
	ELÉCTRICO			

**Anexo 10. Formato tiempo medio para reparar**

MÁQUINA	SISTEMAS	HORA REPARACIÓN	NÚMERO DE REPARACIONES	MTTR=(Tiempo total paradas)/(N° de fallas)
06--04	MOTOR			
	TRANSMISIÓN			
	HIDRÁULICO			
	IMPLEMENTOS			
	ELÉCTRICO			
06--05	MOTOR			
	TRANSMISIÓN			
	HIDRÁULICO			
	IMPLEMENTOS			
	ELÉCTRICO			
06--06	MOTOR			
	TRANSMISIÓN			
	HIDRÁULICO			
	IMPLEMENTOS			
	ELÉCTRICO			

Anexo 11. Formato disponibilidad

ANÁLISIS DE LA DISPONIBILIDAD INICIAL A MANIPULADOR DE MATERIALES CODIGO N° 06-04							
EQUIPO	SISTEMAS	N° DE FALLAS	HORA DE REPARACIÓN	HORAS DE PROCESO	OPERACIÓN		DISPONIBILIDAD INICIAL
					MTBF	MTTR	
MANIPULADOR DE MATERIALES	MOTOR						
	TRANSMISIÓN						
	HIDRÁULICO						
	IMPLEMENTOS						
	ELÉCTRICO						
TOTAL % MÍNIMO							

Anexo 12. Cronograma de ejecución del proyecto de investigación

Actividades	Semanas															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Reunión de coordinación																
2. Presentación del esquema de Proyecto de Investigación																
3. Asignación de los temas de investigación																
4. Pautas para la búsqueda de información																
5. Planteamiento del problema y fundamentación teórica																
6. Justificación, hipótesis y objetivos de la investigación																
7. Diseño, tipo y nivel de investigación																
8. Variables, operacionalización																
9. Presenta el diseño metodológico																
10. JORNADA DE INVESTIGACIÓN N° 1 Presentación del primer avance																



Anexo 13. Validación de instrumentos

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO  
USADO PARA LA RECOLECCIÓN DE LOS DATOS  
2018**

Yo, Julio Rodney Calderón León  
titular del DNI. N° 44446298 de profesión Ingeniero Mecánico  
ejerciendo actualmente como Supervisor de Calderería y Soldadura  
en SIMA ASTILLERO

por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en Siderperu S.A.A en el área de mantenimiento de maquinarias

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido				X
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia				X

  
**CALDERÓN LEÓN JULIO RODNEY**  
ING. MECÁNICO  
Reg. Colegio de Ingenieros 02° 14832

Chimbote, 10 de julio del 2018.

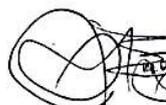
## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO USADO PARA LA RECOLECCIÓN DE LOS DATOS 2018

Yo, Roberto Carlo Espinoza Infantes  
titular del DNI. N° 18073061 de profesión Ing. Mecánico,  
ejerciendo actualmente como Jefe de Proyecto CSA -  
SIDERPERU

por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en Siderperu S.A.A en el área de mantenimiento de maquinarias

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

  
Ing. CARLO ESPINOZA INFANTES ROBERTO CARLO  
ING. MECANICO  
Reg. Colegio de Ingenieros N° 14420

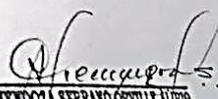
Chimbote, 10 de julio del 2018.

## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO USADO PARA LA RECOLECCIÓN DE LOS DATOS 2018

Yo, Orville Mendoza Serrano titular del DNI. N° 29698351 de profesión Ingeniero Mecánico, ejerciendo actualmente como Gerente de mantenimiento, por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de los instrumentos, a los efectos de su aplicación en Siderperu S.A.A en el área de mantenimiento de maquinarias

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems				X
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems				X
Claridad y precisión			X	
Pertinencia				X

  
-----  
MENDOZA SERRANO ORVILLE ALBERTO  
INGENIERO MECANICO  
Papa, Colegio de Ingenieros CP N° 29698  
Firma del Experto.

Chimbote, 10 de julio del 2018.

Anexo 14. Matriz consistencia

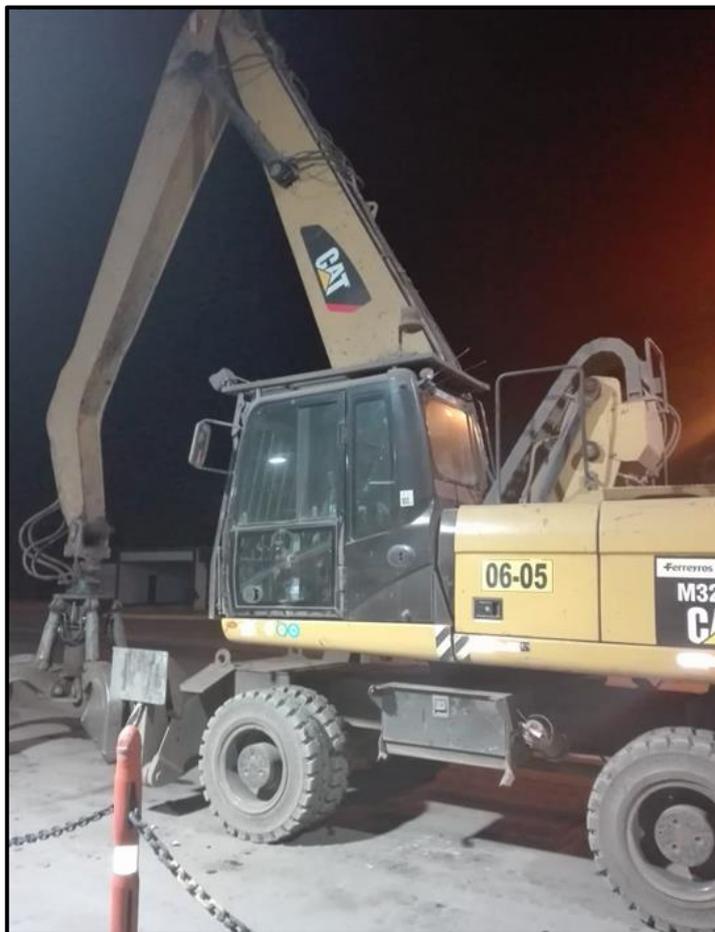
PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO PRINCIPAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL	JUSTIFICACIÓN	VARIABLES	INDICADORES	
¿De qué manera mejoró la disponibilidad del manipulador de materiales, aplicando la estrategia del mantenimiento preventivo en la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, 2018?	Mejorar la disponibilidad del manipulador de materiales de la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote 2018, aplicando la estrategia de un plan de mantenimiento preventivo.	La aplicación de la estrategia de mantenimiento preventivo, mejoró la disponibilidad del manipulador de materiales en la empresa Siderperú S.A.A., Chimbote 2018.	El presente proyecto, tuvo gran importancia en el mejor desarrollo, rentabilidad y funcionamiento, tanto de las máquinas empleadas como de la empresa siderúrgica Siderperú S.A.A. en sí.; esta afirmación, se debe a que, con la aplicación de la estrategia de mantenimiento preventivo, en la maquinaria que emplea la empresa en mención, se espera reducir el número de paradas; es decir, minimización de inoperatividad de las maquinarias empleadas y, por consiguiente; aumento de la disponibilidad de los mismos. Esta ventajosa situación es uno de los beneficios que genera utilidad de la empresa. Adicionalmente, permitió a la empresa generar un antecedente que permitirá y auxiliará a los estudiosos en la materia, que se presenten en los próximos años, los mismo que se encuentren vinculados con la ejecución de mantenimientos preventivos, cuyo fin será maximizar las	X: Mantenimiento preventivo. Y: Disponibilidad		Pre-Experimental G:01->E->02 G: Manipulador de materiales O1: Disponibilidad inicial E: Mantenimiento preventivo O2: Disponibilidad final
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS				
¿De qué manera el diagnóstico de la disponibilidad inicial, en el mantenimiento preventivo mejorara la disponibilidad del manipulador de materiales en la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, 2018?	Diagnosticar la disponibilidad inicial, para mejorar la disponibilidad del manipulador de materiales en la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, 2018.	El diagnóstico la disponibilidad inicial, mejora la disponibilidad del manipulador de materiales en la empresa Siderperú SAA - Chimbote 2018		D1: Diagnóstico Y: Disponibilidad	* auditoria * Registro de fallas * Disponibilidad inicial	
¿De qué manera la estrategia de mantenimiento preventivo mejorara la disponibilidad del manipulador de materiales en la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, 2018?	Aplicar el mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad del manipulador de materiales en la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, 2018.	La aplicación del mantenimiento preventivo, mejora la disponibilidad del manipulador de materiales de la empresa Siderperú S.A.A. - Chimbote 2018	D2: Planificación Y: Disponibilidad.	. Plan de mantenimiento preventivo . Control Cumplimiento		

<p>¿De qué manera la evaluación del impacto del mantenimiento preventivo mejorara la disponibilidad del manipulador de materiales en la empresa Siderperú S.A.A. 2018?</p>	<p>Evaluar el impacto de la variación porcentual de la disponibilidad inicial y disponibilidad final del manipulador de materiales en la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, 2018.</p>	<p>Si se evalúa el impacto de la variación porcentual, se mejora la disponibilidad del manipulador de materiales de la empresa Siderperú-Chimbote 2018</p>	<p>disponibilidades de maquinarias, dado a que, actualmente, su costo de producción bordea exuberantes montos de dinero. (AUTORES, 2018)</p>	<p>D3: Impacto Y: Disponibilidad.</p>	<p>Impacto = Variación porcentual de disponibilidad</p>	
--	---	--	--	---	---	--

Anexo. 15 Manipulador de materiales Caterpillar: N° 06-04.



Anexo. 16 Manipulador de Materiales Caterpillar: N° 06-05



Anexo. 17 Manipulador de Materiales Caterpillar: N° 06-06



Anexo. 19 Acta de aprobación de originalidad de tesis

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : FD6-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 17
--	--	--

**ACTA N° 300 - 9 - 2018 - EII/UCV/CH**

Yo, Jaime Eduardo Gutiérrez Ascón, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo filial Chimbote, revisor de la tesis titulada: "APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DEL MANIPULADOR DE MATERIALES, EMPRESA SIDERPERU S.A.A. CHIMBOTE, 2018", de los estudiantes MORALES GRAUS FERNANDO JAVIER / GONZALES GOMEZ LUIS ENRIQUE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 0 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chimbote, 29 de noviembre del 2018



Ing. Jaime Eduardo Gutiérrez Ascón  
DNI: 17810336

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Anexo. 21 Autorización para publicación en repositorio institucional

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 36
--	--	--

Yo, MORALES GRAUS FERNANDO JAVIER, identificado con DNI N° 43152645, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, autorizo ( X ), no autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DEL MANIPULADOR DE MATERIALES, EMPRESA SIDERPERU S.A.A. CHIMBOTE, 2018.  
"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

  
FIRMA

DNI: 43152645

FECHA: 02 de diciembre del 2018



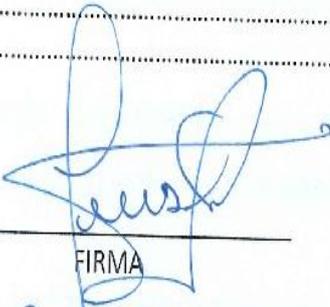
**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE  
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02  
Versión : 07  
Fecha : 31-03-2017  
Página : 1 de 36

Yo, GONZALES GOMEZ LUIS ENRIQUE, identificado con DNI N° 70283161, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, autorizo (  ), no autorizo (  ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DEL MANIPULADOR DE MATERIALES, EMPRESA SIDERPERU S.A.A. CHIMBOTE, 2018.  
"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



FIRMA

DNI: 70283161

FECHA: 02 de diciembre del 2018



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

MORALES GRAUS FERNANDO JAVIER

INFORME TITULADO:

APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DEL MANIPULADOR DE MATERIALES, EMPRESA SIDERPERU S.A.A. CHIMBOTE, 2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

SUSTENTADO EN FECHA: 02/12/2018

NOTA O MENCIÓN: 16

**Ms. RUTH M. QUILICHE CASTELLARES**  
ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE E.P. INGENIERÍA INDUSTRIAL





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

GONZALES GOMEZ LUIS ENRIQUE

INFORME TÍTULADO:

APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DEL MANIPULADOR DE MATERIALES, EMPRESA SIDERPERU S.A.A. CHIMBOTE, 2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

SUSTENTADO EN FECHA: 02/12/2018

NOTA O MENCIÓN: 16

**Ms. RUTH M. QUILICHE CASTELLARES**  
ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE E.P. INGENIERÍA INDUSTRIAL

