



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado

Facultad de Ingeniería Industrial

Unidad de Posgrado

**Modelo de indicadores de eficacia en los procesos
técnicos de gestión del mantenimiento de equipos
pesados**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Doctor en Ingeniería Industrial

AUTOR

César Rafael SOTOMAYOR SANCHO DÁVILA

ASESOR

Teonila Doria GARCÍA ZAPATA

Lima, Perú

2022



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Sotomayor, C. (2022). *Modelo de indicadores de eficacia en los procesos técnicos de gestión del mantenimiento de equipos pesados*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Cesar Rafael Sotomayor Sancho Dávila
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	09182539
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-2838-5614
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Dra. Teonila Doria García Zapata
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	10185405
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-8981-9439
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Dr. Alfonso Ramón Chung Pinzás
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09394397
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Dr. Eulogio Guillermo Santos de la Cruz
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09997277
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Ezzar Omar Alvarez Diaz
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	20021059
Miembro del jurado 3	
Nombres y apellidos	Hermes Yesser Pantoja Carhuavilca
Tipo de documento	DNI

Número de documento de identidad	09656026
Datos de investigación	
Línea de investigación	0D59: Industria, Innovación e Infraestructura
Grupo de investigación	PLUS ULTRA SAN MARCOS INVESTIGACION Y GESTION.
Agencia de financiamiento	Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Vicerrectorado de Investigación y Posgrado. Programa de Promoción de Tesis de Posgrado. C17170326 – PTPOCTO
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Ate Latitud: -12.0684914 Longitud: -76.9869583
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2018-2021
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería mecánica. https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.01 Ingeniería industrial. https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.11.04



**UNIVERSIDAD NACIONAL
MAYOR DE SAN MARCOS**
Universidad del Perú, DECANA DE AMERICA

UNIDAD DE POSGRADO

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL N°01-UPG-FII-2022

**SUSTENTACIÓN DE TESIS VIRTUAL PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO
DE DOCTOR EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

En la ciudad de Lima, del día diecinueve del mes de enero del dos mil veintidós, siendo las quince horas, de forma virtual se instaló el Jurado Examinador para la Sustentación de la Tesis titulada: **“MODELO DE INDICADORES DE EFICACIA EN LOS PROCESOS TÉCNICOS DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PESADOS”**, para optar el Grado Académico de Doctor en Ingeniería Industrial.

Luego de la exposición y absueltas las preguntas del Jurado Examinador se procedió a la calificación individual y secreta, habiendo sido **APROBADO** con la calificación de **DIECISIETE (17) MUY BUENO**.

El Jurado recomienda que la Facultad acuerde el otorgamiento del Grado Académico de Doctor en Ingeniería Industrial, al **Mg. SOTOMAYOR SANCHO DÁVILA CÉSAR RAFAEL**.

En señal de conformidad, siendo las **16:32** horas se suscribe la presente acta en cuatro ejemplares, dándose por concluido el acto.



Firmado digitalmente por CHUNG
PINZAS Alfonso Ramon FAU
20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 19.01.2022 16:44:56 -05:00

Dr. ALFONSO RAMÓN CHUNG PINZÁS
Presidente

Dr. EULOGIO GUILLERMO SANTOS DE LA CRUZ
Miembro

Dr. EZZARD OMAR ALVAREZ DIAZ
Miembro

Dr. HERMES YESSER PANTOJA CARHUAVILCA
Miembro



Firmado digitalmente por GARCIA
ZAPATA Teonila Doria FAU
20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 19.01.2022 17:17:34 -05:00

Dra. TEONILA DORIA GARCÍA ZAPATA
Asesor

Dedicatoria

A mi madre, que me dio la vida, su amor y una formación rica en valores. A mi esposa e hijos, de corazón, por apoyarme siempre. Les dedico esta tesis fruto de esfuerzo inspirado en ellos.

Índice General

Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
Capítulo 1. Introducción	1
1.1 Planteamiento del Problema	1
1.1.1 Situación Problemática	1
1.1.2 Formulación del Problema.....	6
1.2.1 Problema general.	8
1.2.2 Problemas específicos.....	8
1.2 Justificación de la Investigación	9
1.3 Objetivos de la Investigación.....	10
1.3.1 Objetivo general.....	10
1.3.2 Objetivos específicos.	10
Capítulo 2. Marco Teórico.....	12
2.1 Antecedentes del Problema	12
2.2 Bases Teóricas.....	29
2.2.1 Gestión del mantenimiento	30
2.2.2 Desempeño en el mantenimiento	39
2.2.3 Técnicas para la mejora de procesos.....	61
2.3 Marcos Conceptuales o Glosario.....	79
Capítulo 3. Hipótesis y Variables	81
3.1 Hipótesis General	81
3.1.1 Hipótesis Nula.....	81
3.1.2 Hipótesis Alternativa	81
3.2 Hipótesis Específicas.....	81
3.2.1 Hipótesis Específica 1: Proceso de recepción.....	82
3.2.2 Hipótesis Específica 2: Proceso de diagnóstico.....	82
3.2.3 Hipótesis Específica 4: Proceso de verificación	83
3.2.4 Hipótesis Específica 5: Procesos integrales	83
3.3 Identificación de Variables.....	84
3.3.1 Variables Independientes	84
3.3.2 Variable Dependiente.....	85
3.4 Operacionalización de las Variables	86
3.4.1 Subvariable independiente	86

3.5	Matriz de Consistencia.....	93
Capítulo 4. Metodología de la Investigación		95
4.1	Tipo y Diseño de la Investigación.....	95
4.2	Unidad de Análisis	97
4.3	Población de estudio.....	97
4.3.1	Ámbito Teórico.....	97
4.3.2	Ámbito Espacial.....	98
4.3.3	Ámbito Temporal.....	98
4.4	Población de la Investigación.....	99
4.5	Tamaño de la Población	99
4.6	Tamaño de la Muestra	99
4.6.1	Cálculo del tamaño de la muestra definitiva.....	102
4.6.2	Tamaño de la Muestra Definitiva:	104
4.7	Selección de la muestra	104
4.8	Técnicas de recopilación de datos	104
4.8.1	Fuente primaria	105
4.8.1.1	Encuesta.	105
4.8.1.2	Entrevista de profundidad.	105
4.8.2	Fuentes secundarias.	106
4.8.2.1	Páginas web.....	106
4.8.2.2	Visitas a TECSUP.	106
Capítulo 5. Resultados y Discusión		107
5.1	Análisis, interpretación y discusión de resultados	109
5.1.1	La gestión de los procesos técnicos	113
5.1.2	Planteamiento del modelo de aproximación a la eficacia de los procesos	123
5.2	Pruebas de Hipótesis	130
5.2.1	Comprobación de representatividad de la muestra	130
5.2.2	Comprobación de las hipótesis específicas.....	133
5.2.2.1	Hipótesis específicas: Proceso técnicos de recepción, diagnóstico, intervención, verificación e integración.....	137
5.2.3	Determinación de correlación de variables del modelo de eficacia.....	147
Conclusiones y Recomendaciones.....		151
Referencias bibliográficas.....		155
Anexo A. Encuesta: Indicadores de eficacia basados en los procesos críticos en las empresas de mantenimiento de equipos pesados.....		160

Lista de Tablas

Tabla 1 Variables independientes y dependientes	85
Tabla 2. Diseño para la operacionalización de las variables.	89
Tabla 3. Matriz de Consistencia.....	93
Tabla 4 CIIUU	98
Tabla 5 Prueba de Kolmogórov-Smirnov para una muestra.....	101
Tabla 6. Datos Estadísticos	102
Tabla 7. Subvariable: Eficacia de la Recepción.....	116
Tabla 8. Subvariable: Eficacia del Diagnóstico	117
Tabla 9. Subvariable: Eficacia de la Intervención	118
Tabla 10. Subvariable: Eficacia de la Verificación	118
Tabla 11. Subvariable: Integración	119
Tabla 12. Matriz de calificación de Indicadores	127
Tabla 13. Eficacia	128
Tabla 14. Tabla de Estadísticos	130
Tabla 15. Estadígrafos de eficacia de los procesos Histograma	131
Tabla 16. Prueba T (Estadística para una muestra).....	132
Tabla 17. Prueba para una muestra	133
Tabla 18. Hipótesis General.....	134
Tabla 19. Hipótesis Específicas.	135
Tabla 20. Resumen de Procesamiento de casos.....	138
Tabla 21. Pruebas de Normalidad	139
Tabla 22. Pruebas de Homogeneidad de Varianzas.....	140
Tabla 23 Eficaz (Agrupada).....	142
Tabla 24 Prueba de Normalidad de Kolgomorov Smirnov	144
Tabla 25 Prueba de Normalidad de Kolgomorov Smirnov	145
Tabla 26 Correlaciones no Paramétricas.....	145
Tabla 27 Valoración de Spearman	146
Tabla 28 Resumen de modelo y estimaciones de parámetro	149

Lista de Figuras

Figura 1 Modelo para diseñar o gestionar con éxito equipos de trabajo	22
Figura 2. Modelo de gestión del mantenimiento.	27
Figura 3 The General Maintenance Model.	45
Figura 4. Investigación explicativa	96
Figura 5. Investigación explicativa	100
Figura 6. Distribución del Promedio de eficacia de las 30 Empresas.....	101
Figura 7. Gráfico de Sistema	110
Figura 8. Cadena de Valor	113
Figura 9. Flujograma de Proceso	122
Figura 10. Esquema del diseño.	124
Figura 11. Estructura del Modelo Basado en Indicadores de Gestión.....	126
Figura 12. Cálculo del indicador de efectividad	127
Figura 13. Investigación explicativa	129
Figura 14. Histograma	131
Figura 15. Prueba de Kruskai-Wallis para muestras independientes.....	141
Figura 16. Resumen de Prueba de Hipótesis	141
Figura 17. Histograma de la eficaz agrupada.....	143
Figura 18. Diagrama de Dispersión	148
Figura 19. Resumen del modelo y estimaciones paramétricas	149

Resumen

La presente tesis de investigación busca mejorar el perfil competitivo de las pequeñas empresas que se ocupan del servicio de mantenimiento de maquinaria pesada, basados en el planteamiento del diseño de un modelo que relacione la eficacia de los procesos técnicos y su efectividad en los servicios de mantenimiento en las empresas de este rubro; basado en la cadena de valor del servicio de mantenimiento de equipos, sus procesos y sus requerimientos críticos de recursos.

Para lo cual, se recurrió a fuente primaria como encuestas, entrevistas de profundidad y visitas a instituciones relacionadas; y otras fuentes de carácter secundario; que han permitido conocer ampliamente el tema y plantear hipótesis primero sobre las variable eficacia de los procesos técnicos de mantenimiento, disgregándola en sus dimensiones, para posteriormente su relación entre eficacia y los procesos técnicos de mantenimiento, planteando finalmente el modelo entre la variable eficacia de los procesos técnicos y la efectividad de los mantenimientos en las empresas de equipos pesados.

Las hipótesis planteadas fueron debidamente comprobadas mediante análisis estadísticos a datos extraídos de la encuesta de la muestra; logrando confirmar que las variables, su variables e indicadores planteados se encontraban asociadas, y a través de su medición el aporte de esta relación a la competitividad de estos tipos de empresas.

Con esta investigación se trata de persuadir el grado de eficacia que vienen alcanzando estas empresas y su aporte individual a la competitividad del sector de empresas de maquinarias pesadas en el rubro de mantenimiento; bajo el enfoque de aproximaciones a la eficacia en el marco de una medición retrospectiva, es decir antes de los resultados y no tradicional, conforme a los métodos citados para mejorar los procesos.

Palabras Clave: Mantenimiento, maquinaria pesada, eficiencia, eficacia.

Abstract

This research thesis seeks to improve the competitive profile of small companies engaged in the maintenance of heavy machinery. based on the design of a model that relates the effectiveness of technical processes and their effectiveness in maintenance services in companies of this item; based on the value chain of the equipment maintenance service, its processes and its critical resource requirements.

For which, primary sources were used such as surveys, in-depth interviews and visits to related institutions; and other secondary sources; that allowed to know the subject widely and to first hypothesize about the variable efficiency of the technical maintenance processes, disaggregating it in its dimensions, for later its relationship between efficiency and the technical maintenance processes, finally proposing the model between the variable efficiency of the processes technical and maintenance effectiveness in heavy equipment companies.

The hypotheses raised were duly verified by statistical analysis of data extracted from the sample survey; managing to confirm that the variables, their variables and indicators raised were associated and through their measurement the contribution of this relationship to the competitiveness of these types of companies.

This research tries to persuade the degree of efficiency that these companies have been achieving and their individual contribution to the competitiveness of the heavy machinery companies' sector in the maintenance sector; under the approach of approaches to effectiveness in the framework of a retrospective measurement, that is before the results and not traditional, according to the methods mentioned to improve the processes.

Keywords: maintenance, heavy machinery, efficiency, efficacy.

Capítulo 1. Introducción

1.1 Planteamiento del Problema

1.1.1 Situación Problemática

Corporaciones como KOMATSU LTD, creada en Japón 1921, cuyo principal negocio es la construcción y venta de equipos para la construcción e industria, con ventas netas no consolidadas por nueve meses a marzo del 2018 que ascendieron a 2 018 609 millones de yen o su equivalente 244 812 millones de dólares americanos, los cuales represento para América Latina aproximadamente una participación del 12.13% y para el mismo periodo del 2019 fue de 1 827 442 millones de yen o su equivalente 16 622.95 millones de dólares americanos, con participación de américa que significó aproximadamente el 12.68%; de los cuales KOMATSU PERU, participo en el año 2018 con 320 millones de dólares.

CATERPILLAR INC., corporación fundada en Estados Unidos en abril de 1925, fabricante de maquinarias y equipos para la construcción y minería con ventas en el año 2018 de \$51 822 millones de dólares, y para el año 2019 de 50 755 millones de dólares, resultando para este último año una participación de América Latina en el orden de 10 848 millones de dólares; participación que representó el 21%.

DEERE & COMPANY, fundada en Estados Unidos en 1837, fabricante de maquinaria con venta anual de 26 644 millones de dólares americanos en el 2016 y para el 2017 de 29 738 millones de dólares americanos, llegando a vender en el año 2018 hasta 37360 millones de dólares americanos.

CASE NEW HOLLAND (CNH Industrial) fue incorporada en noviembre del 2012 y comenzó a operar a finales de setiembre del 2013, a raíz de la fusión de New Holland N.V.

y Case Corporation. Es el segundo mayor fabricante de maquinaria agrícola del mundo y el tercero de maquinaria para la construcción.

De acuerdo a los reportes financieros de la empresa, CNH industria^R tuvo ingresos netos en el 2018 y 2019 de 27831 y 26 149 millones de dólares americanos respectivamente, siendo la participación en Latinoamérica de 4 914 y 2 817 millones; de estos montos los ingresos por equipamiento para agricultura y construcción represento aproximadamente entre un 55 y 60%.

Estas y otras empresas trasnacionales son líderes en la fabricación de equipos pesados; cuya producción básicamente están orientadas al sector minero, construcción, saneamiento, agrícola entre otros y cuya importancia y competitividad es indiscutible.

De acuerdo a información registrada existe una alta competitividad en estas industrias de fabricantes de Maquinarias Pesadas, consignándose en el TOP una participación en el mercado mundial para Caterpillar del 16,5% y para Komatsu de 10.9% ocupando el primero y segundo lugar en competitividad.

La tecnología utilizadas por estas empresas, advierten su especialización y competitividad de las empresas líderes respecto a la fabricación de equipos pesados como cargadores frontales, retroexcavadoras, aplanadoras, locomotoras, volquetes, cisternas entre otros, estando sustentadas en la fabricación mundial de equipos de alta calidad, de un eficiente sistema de comercialización y suministro de los repuestos originales, además de ser especialistas en los servicios requeridos para sus equipos con alto performance, realizando los servicios de mantenimientos correspondientes o delegando a sus distribuidores previamente capacitados esta tarea; sin embargo la venta de repuestos y el mantenimiento de estos equipos aquí en el Perú como en otros países son realizadas también por otras empresas en el mercado que ofertan repuestos y servicios alternativos con menores precios y mayor stock.

Las empresas distribuidoras y/o representantes de estas corporaciones mundiales en el Perú, tales como FERREYROS, MITSUI MAQUINARIAS PERU SA, IPESA SAC, MAQUINARIAS CASE, entre otros, ofertan con exclusividad estos equipos pesados, debiendo ocuparse con efectividad de la Pos-Venta; es decir manteniendo con repuestos y servicio las unidades vendidas; siendo este proceso de elevado interés para el usuario, quien adquiere una equipo de trabajo que por su desempeño debe cumplir con una determinada labor; requiriendo periódicamente el servicio confiable y oportuno, de su mantenimiento y por ende de su conservación óptima.

Si bien es cierto, el interés del estudio es la eficacia del mantenimiento de los equipos pesados; las necesidades de estos mantenimientos nacen a partir del funcionamiento de estos equipos, luego del proceso de fabricación, con el propósito de mantener su vida útil; las enormes inversiones mundiales y particularmente en América Latina y específicamente en el Perú, representan un referente en la capacidad de inversiones en mantenimiento de equipos que mueve este sector y su importancia de estas empresas en su competitividad.

Para Komatsu (2020): “los indicadores de eficacia para el mantenimiento de estos equipos pesados, están orientados a seguir los siguientes objetivos: mejorar la productividad, mejorar el desempeño, reducir costos, minimizar el tiempo improductivo, lograr máxima confiabilidad del equipo y lograr mayores disponibilidades del equipo.”

Los servicios ejecutados por las empresas de mantenimiento de equipos pesados son fundamentalmente de apoyo a los sectores de minería, construcción y saneamiento. Según el Informe Técnico N° 02 del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2019) informa que “la producción nacional para el sector minero en el 2019, aumento ligeramente en relación al año 2018 en 1.58%; mientras que el sector construcción disminuyo significativamente en

18.56%, básicamente por el avance físico de las obras”. Si bien se está pasando en el sector por situaciones restrictivas de demanda internacional, no obstante, las necesidades de los mantenimientos se intensifican también al no ampliarse la producción, ante la necesidad de alargar más su vida útil y las perspectivas de reemplazo. Así, el mantenimiento y reparación de equipos aumento como la venta de partes, piezas y accesorios; de acuerdo al INEI aumentó en 0,31%.

De acuerdo al desarrollo de nuestra economía podemos advertir que los sectores de minería, construcción y saneamiento son intensivos en el uso de maquinarias pesadas, por lo que se puede inferir para el futuro el mayor crecimiento de estos bienes y por ende el servicio de los mantenimientos de maquinarias y equipos.

Si bien es cierto se puede afirmar que la venta de estos equipos de origen trasnacional son realizadas por empresas representantes en el Perú, el suministro de repuestos y servicio de mantenimiento no son de exclusividad de estos representantes, existen empresas alternativas que realizan estos servicios; sin embargo la percepción es que el nivel de desarrollo técnico de los procesos no guarda una dispersión competitiva que permita resultados eficaces en las labores del mantenimiento; los que se pudieran generar por la variabilidad que se pueda obtener en los diferentes procesos a que está sometido el mantenimiento de estos equipos pesados.

Esta variabilidad técnica se puede originar al no aplicar correctamente los recursos (Recursos humanos, infraestructura, equipamiento, seguridad y otros) en los procesos que deberían estandarizarse; al ubicarse en un empirismo aplicativo por un lado o por serias restricciones técnicas; que pueden pasar del desconocimiento de las ventajas de desarrollar eficazmente sus procesos hasta la falta de compromiso presupuestal.

Si bien es cierto se vislumbra como una de las aristas de la competitividad, él logró de procesos eficaces permitiendo alcanzar los resultados planeados y el beneficio para el cliente, una problemática que trata de investigarse en los procesos de las empresas dedicadas a los equipos pesados, es la capacidad de su medición precisamente de estos procesos.

La efectividad tanto de las empresas líderes como de las empresas alternativas, debe estar referida al nivel de eficacia y eficiencia fundamentalmente en la aplicación de los procedimientos para realizar el servicio de mantenimiento. Por lo que esta investigación trata de formular un modelo que permita medir el alcance del objetivo en el proceso técnico del mantenimiento de maquinarias pesadas a través de la previsión de una aproximación a los indicadores de eficacia; comprendiendo el estudio tanto a las empresas líderes como alternativas en este sector de servicios de mantenimiento de equipos pesados; dado que esta población tiene similares características en su operatividad y gestión.

Con esta investigación se pretende que las empresas de mantenimiento de equipos pesados desarrollen indicadores líderes como una aproximación a la eficacia, permitiendo monitorear con éxito el nivel técnicos de sus procesos, seleccionando los procesos que se califiquen como críticos e integrándolos para su desarrollo con el conveniente orden en la infraestructura, la instrumentación, el pool de equipos, la seguridad, el medio ambiente y la calidad de la mano de obra calificada; y como aporte de la investigación se demuestre en alusión al nombre del problema, que el manejo de indicadores de eficacia basados en los procesos críticos para la ejecución de los servicios de mantenimiento de equipos pesados en el sector servicio, no solo mejorara la competitividad de estas empresas, sino además beneficiara a la persona humana, la empresa y la sociedad en general.

1.1.2 Formulación del Problema

El área de mantenimiento es un área de apoyo, que requiere experiencia para realizar las diferentes tareas complejas y es sensible bajo el enfoque del usuario respecto a su situación económica que maneja y las exigencias de satisfacción del servicio; así como la incidencia en el medio ambiente.

Si no existiera el mantenimiento oportuno de los diferentes equipos estos se verían interrumpidos repetidas veces en sus labores cotidianas; lo que impactaría en el servicio al cliente de los mismos, además de impactar con mayor agudeza la contaminación del medio ambiente y evidentemente compromete el objetivo estratégico de la organización.

Con el mantenimiento de maquinarias se trata de que estos bienes conserven normalmente su vida útil; lo que se logra manteniendo los diferentes sistemas que los componen, en concordancia con lo que recomienda los fabricantes; sin embargo para alcanzar las recomendaciones del fabricante, las empresa deben contar con infraestructura, técnicas, equipos y herramientas, así como los procedimientos adecuados, para permitir ajustarse a los procesos y mantener los sistemas operativos en óptimas calidad de funcionamiento.

El mantenimiento de maquinarias como cualquier otro tipo de mantenimiento requiere para su competitiva aplicación, que los responsables de realizarla entiendan que deben cumplir con ciertas condiciones y/o capacidades que viabilice este tipo de labor; así tenemos:

- Conocer los diferentes sistemas que componen una maquinaria pesada y los componentes de cada uno de estos sistemas.
- Dominar el funcionamiento de cada uno de estos componentes dentro del sistema, que les permita identificar averías y fallas.

- Emplear adecuadamente para la aplicación en el mantenimiento, la infraestructura requerida, los equipos y herramientas.
- Actualizarse permanentemente en la tecnología y la capacitación del personal técnico y administrativo.
- Plantear procedimientos adecuados, dentro del cual se permita establecer un orden, medidas de seguridad y protección del medio ambiente.

Este escenario se torna más complejo si se tiene en cuenta, que en el Perú se está dando un proceso de transformación basada en la competitividad de las empresas; el mismo que vienen siendo lideradas por empresas extranjeras que incursionan en el mercado nacional y desplazan a empresas que no han alcanzado una consolidación organizacional basada en liderazgo y competitividad; así se puede citar el caso de los supermercados, las estaciones de combustibles, las empresas de comidas rápidas, entre otras.

La connotación del problema sugiere un tratamiento técnico integral de los procesos de mantenimiento de equipos pesados, orientados a lograr su eficacia, siendo sumamente importante desarrollar indicadores líderes como una aproximación a su eficacia, para su medición en previsión y poder a partir de ello conocer el nivel de desarrollo de los procesos técnicos de recepción, diagnóstico, intervención y verificación en las diferentes empresas, tratando de comprobar si en realidad el nivel de eficacia de estos procesos, pueden lograr la efectividad en el mantenimiento de equipos en estos tipos de empresas; entendiendo la efectividad para la función de gestión del mantenimiento, como la capacidad de conseguir los resultados que se buscan, para el caso en conseguir que los factores involucrados cumplan con el propósito del mantenimiento en términos de obtener horas hombre suficientes en vinculación con su proceso para él logró de los resultados del mantenimiento.

En concordancia al problema seleccionado y con miras a perfilarlos en la investigación se puede formular el problema, planteando la siguiente interrogante:

1.2.1 Problema general.

¿En qué medida el nivel alcanzado de eficacia de los procesos técnicos influye en la efectividad de los servicios realizados, en la gestión de las empresas de mantenimiento de equipos pesados?

1.2.2 Problemas específicos.

- ¿En qué medida el nivel alcanzado del proceso técnicos de recepción, influyen en la eficacia, en la gestión de las empresas de mantenimiento de equipos pesados?
- ¿En qué medida el nivel alcanzado del proceso técnicos de diagnóstico, influyen en la eficacia, en la gestión de las empresas de mantenimiento de equipos pesados?
- ¿En qué medida el nivel alcanzado del proceso técnicos de intervención, influyen en la eficacia, en la gestión de las empresas de mantenimiento de equipos pesados?
- ¿En qué medida el nivel alcanzado del proceso técnicos de verificación, influyen en la eficacia, en la gestión de las empresas de mantenimiento de equipos pesados?
- ¿En qué medida el nivel alcanzado del proceso técnicos de integración, influyen en la eficacia, en la gestión de las empresas de mantenimiento de equipos pesados?

- ¿En qué medida el nivel de eficacia en el desarrollo de los procesos técnicos, se relaciona con la efectividad de los servicios realizados, en la gestión de las empresas de mantenimiento de equipos pesados?

1.2 Justificación de la Investigación

El logro de mayores niveles de indicadores de aproximación de eficacia en estas empresas de mantenimiento de equipos pesados, no solo favorecerá al usuario a quien se le brindará un mejor servicio y a la empresa él logró de mayor competitividad y alcanzar la estrategia organizacional basado en indicadores líderes; si no también a los trabajadores y sociedad en general con un desarrollo adecuado de los procesos que generen además seguridad y protección al medio ambiente.

Concordando a lo consignado por Caballero (2011), “El problema de la investigación se centra en que el logro de un objetivo se ve dificultado por qué no se tiene algunos de los elementos necesarios para lograrlo” (p.185). Es decir, los servicios de mantenimiento deben alcanzar los objetivos planteados, pero algunas empresas carecen de alguna técnica, equipo, maquinaria, seguridad entre otros, que hagan posible tal postulado.

El estudio busca elevar la competitividad para este sector de empresas las mismas que son intensivas en mano de obra calificada, lo que tendrá incidencia en el aspecto social del sector y por ende del país.

Esta mejora de la competitividad comprende la revisión de los procesos y el planteamiento de revisar sus objetivos conforme a la teoría, para el logro de la efectividad, es decir mayor eficacia y eficiencia en el desarrollo de los procesos del mantenimiento de los equipos.

El logro que resalte esta investigación, se encuentra vinculada a la medición de una aproximación a la eficacia para el desarrollo de los procesos técnicos del mantenimiento, mediante indicadores líderes, cuya capacidad de previsión incrementara la competitividad de estas empresas. Generalmente las empresas del rubro ejecutan el control y la retroalimentación de estos procesos con indicadores retrospectivos, es decir después de que se ejecute el mantenimiento, aplicando a posteriori la mejora respectiva.

Se considera relevante el estudio por cuanto si bien es cierto se ha tenido un marco teórico importante sustentados en la técnica de mejoras de procesos, conducentes a elevar las mediciones en la operacionalidad del mantenimiento de equipos en general tanto en los niveles de mantenibilidad, confiabilidad, disponibilidad mecánica entre otras; todas ellas se alinean o en partes son coincidentes a la mejora continua de los recursos empleados y justamente la investigación tiene como postulado incidir en los niveles de recursos empleados de quienes van a depender de la eficacia de los procesos desarrollados y que a partir de ello se puede aplicar con mejor éxito estas técnicas de mejoras continuas.

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar el nivel alcanzado de eficacia de los procesos técnicos y su influencia en la efectividad de los servicios realizados, en la gestión de las empresas de mantenimiento de equipos de pesados.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Determinar indicadores líderes de aproximación a la eficacia en el desarrollo del proceso de recepción en los servicios de mantenimiento

- Determinar indicadores líderes de aproximación a la eficacia en el desarrollo del proceso de diagnóstico en los servicios de mantenimiento
- Determinar indicadores líderes de aproximación a la eficacia en el desarrollo del proceso de intervención en los servicios de mantenimiento.
- Determinar indicadores líderes de aproximación a la eficacia en el desarrollo del proceso de verificación en los servicios de mantenimiento
- Determinar indicadores líderes de aproximación a la eficacia en el desarrollo de la integración del proceso en los servicios de mantenimiento

Capítulo 2. Marco Teórico

Para construir el marco teórico, se ha tomado en cuenta antecedentes del tema de investigación, enfoques teóricos y un glosario de términos, con el propósito de obtener fuente de información que se relacionen con las variables del estudio; los antecedentes se han identificado en relación al nivel de desempeño de los procesos técnicos desarrollados por las empresas orientadas al servicio de mantenimiento de equipos pesados o similares, así como se han identificado los indicadores de eficacia a los que están sujetos los procesos productivos en general y de mantenimiento en particular.

Respecto a las bases teóricas, más que solo enunciar la descripción de la teoría y el método definido, se ha tratado, además, de presentarlas dentro de un enfoque de la importancia enunciada por los diferentes autores en investigaciones aplicativas.

2.1 Antecedentes del Problema

Como antecedente de la investigación se cita a Chau Lam Joanna Elida (2010) con su tesis de post grado de la Universidad Nacional de Ingeniería denominada “Gestión del mantenimiento de equipos en proyectos de movimiento de tierras” donde diserta sobre la importancia de los equipos pesados y la gestión del mantenimiento de equipos en proyectos de movimientos de tierra, de la cual resumimos:

La autora destaca, la intervención de la maquinaria pesada en el movimiento de tierra en el costo total de operación, entre un 20% y 50%; por tal razón la inversión en estos equipos debe ser reducidos, basados en la optimización de los recursos que permitan obtener las metas con la aplicación de herramientas de gestión confiables.

Chau Lam, parte de la premisa que el ambiente empresarial sufre constante transformaciones, por lo cual la empresa se obliga a definir con claridad el análisis y

evaluación de los procesos de negocios, tomando como base la medición de su desempeño con herramientas de gestión que les permita explotar sus activos con eficiencia, eficacia y efectividad.

El objetivo de esta investigación es incidir sobre una metodología de planeamiento y control, relacionando los movimientos operativos del mantenimiento con la potencialidad de la automatización de las herramientas, partiendo de la problemática de estas empresas; señalada como la operación de estos equipos y su relación con el mantenimiento, capacitación de recursos humanos y conocimiento de instrumentos informáticos para la gestión.

El objetivo central de esta investigación es plantear el uso de una metodología adecuada para la gestión del mantenimiento con el propósito de mejorar los resultados de las empresas; tratando de demostrar como una premisa importante que la proyección de los costos de mantenimiento de un equipo en función a su vida útil es mejor que el método basado en costos por porcentajes.

El estudio de Chau Lam responde a la necesidad de conocer los criterios básicos en el mantenimiento de equipos pesados, con el propósito de establecer una metodología que muestre indicadores sencillos para optimizar las operaciones.

La autora visualiza el desarrollo de la gestión de mantenimiento con el propósito de mejorar la administración de los equipos, partiendo de la época del 50 con el mantenimiento preventivo y correctivo, luego en la época de los 60 con el mantenimiento productivo total, en los 70 y 80 con la incorporación del mantenimiento productivo total, durante los 80 con el mantenimiento a nivel mundial; a través de los cuales se intentó incorporar la mejora de la efectividad de los equipos, implantar una cultura de

mantenimiento desde el operador, implementar un sistema adecuado para la administración del mantenimiento, establecer programas de capacitación para los operadores e introducir la confiabilidad, mantenibilidad y ciclo económico de vida del equipo con el diseño de reposición de equipos.

La autora destaca como parte de sus conclusiones al ser humano capacitado, como el principal recurso de la empresa, destaca la carencia del planteamiento de objetivos y metas en el largo plazo en las operaciones empresariales, razón por la que no se logra las metas. Conceptualiza la medición como algo que requiere aplicarse para el estudio, a través de la división del mantenimiento en fases; disminuye la variabilidad entre los costos proyectados y reales.

La autora manifiesta que tal como se puede, entrever de esta investigación, los indicadores de gestión son importantes dentro del marco de la planeación, programación y operación del mantenimiento; sin embargo, planteado los objetivos, metas e indicadores es importante que las actividades del proceso estén eficiente y eficazmente diseñadas, con el propósito de favorecer las mediciones del desempeño del mantenimiento, logrando sus objetivos. (Chau, 2010)

De la lectura se puede entender que la investigación ha posicionado indicadores importantes y tradicionales pero retrasados, donde en función a los resultados alcanzados se aplicarán las medidas de corrección, en tanto progresivamente se está acercando al desempeño estándar o superior; en la investigación se trata de diseñar una aproximación a indicadores líderes que permita prever los resultados, alcanzando los objetivos trazados.

Existen claras coincidencias en estas tesis de investigación, que deben servir como orientación en la formulación de los indicadores de medición de la situación del mantenimiento,

respecto a la necesidad de la integración de los procesos en los tres niveles: estratégicos, táctico y operativo durante el corto y largo plazo, la necesidad de obtener metas y objetivos bien delineados para la planificación de la gestión del mantenimiento, así como también la necesidad de operarios y supervisores y trabajadores en general estimulados y capacitados, tanto como las necesidades de herramientas modernas que faciliten la labor, la seguridad y el medio ambiente y sistemas informatizados acorde a la modernidad.

Otros de los antecedentes que se relacionan con la Gestión del mantenimiento mecánico de equipos a nivel interno, en vinculación al desempeño y medición de la gestión del mantenimiento de equipos pesados de los procesos de mantenimiento citados en esta investigación, han sido consultados a Bernal (2012) en el estudio de tesis de grado, en la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencia de la Producción, titulada “Manejo y Optimización de las Operaciones del Mantenimiento Preventivo y Correctivo en un Taller Automotriz” (Bernal,2012), cuyo autor destaca:

Como parte de la problemática en los procesos de mantenimiento, el no contar con una debida administración en la mayoría de los talleres automotrices en Guayaquil Ecuador, además de no estar equipados con las debidas herramientas, técnicas informáticas y un plan o métodos; se observan algunos problemas comunes entre los que destaca fundamentalmente la pérdida de tiempo en la ejecución de los mantenimientos en un taller mecánico en general.

Bernal trata de demostrar que un sistema de mantenimiento minuciosamente concebido es la clave para conservar la satisfacción del cliente y que para la fiabilidad, se debe incidir en las partes críticas de un vehículo, el examen y el control preventivo periódico, la reparación y sustitución de las piezas y elementos desgastados cuyas características hayan

indicado desviaciones de la norma durante el control; lo que permiten evitar los fallos y prolongar el plazo del servicio, esto se puede ejecutar gracias a la implementación de nuevas herramientas y equipos como software, herramientas neumáticas, Elevadores hidráulicos, escáner, sistemas y métodos.

Para la concepción de la idea de la implementación de equipos y herramientas nuevas, el estudio se basó en las necesidades que se fueron presentando en el taller “Automotriz Bernal” luego de haber ejecutado un diagnóstico de la situación del taller en el trabajo presentado, mediante un análisis FODA, donde se presentó la viabilidad actual de una determinada estrategia competitiva de servicio automotriz, tomándose como idea principal la elaboración de un plan para minimizar el tiempo en mantenimiento de un vehículo donde también se incluye una herramienta de ayuda como un software.

El autor resalta la importancia extraordinaria que tiene el mantenimiento preventivo, ya que por medio de este se puede reducir y evitar daños de cualquier origen, anotando que cuando este no se realiza y consecuentemente se da una avería, el costo de parada debe dividirse en tres partes, las cuales son más representativas si el vehículo es una máquina productiva, estas son: costo directo de reparación, costo de inversión (depreciación del vehículo) y pérdida de horas de trabajo.

El autor realiza un inventario de varios procesos que se ejecutan en el taller Bernal, tomando los tiempos por diferentes intervenciones que se les aplica a los sistemas en los vehículos concluyendo que, salvada los métodos empleados, mejores herramientas y capacitación de personal ese tiempo se podrían superar, dando un mejor desempeño y mejora de los indicadores de gestión del mantenimiento.

El autor concluye que: “las fortalezas de un taller de mecánica, descansa entre otras, personal capacitado, que pueda asegurar la aplicación de la tecnología y el menor tiempo posible del servicio de mantenimiento, así como la innovación de herramientas tecnológicas, actualizar las herramientas de trabajo para tener una mayor competitividad en el área de mantenimiento automotriz y un buen servicio, satisfaciendo las necesidades del cliente y así superar a la competencia”. (Bernal, 2012, pp. 10).

Otro de los antecedentes que se ha tomado es el de la “Revista del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales”, respecto al artículo de investigación científica del autor Emilio Alonso Ramos (2006), su trabajo orientado a una aproximación de la eficacia de las organizaciones en el modelo de sistemas.

Este artículo de investigación como antecedente es importante no solo porque se trate coincidentemente de una aproximación a la eficacia, sino porque además da un panorama de lo que se ha buscado en esta investigación, la cual se manifiesta en un enfoque de las diferentes actividades, métodos y procesos que se han aproximado en su diseño por procesos; en resumen, el autor concretiza lo siguiente:

Su trabajo pretende ser una aproximación al estudio de la eficacia de las organizaciones basadas en el modelo de sistemas. Expresa que toda organización social que quiera mantener una interacción dinámica ya sea con los clientes, proveedores, competidores, entidades sindicales, órganos gubernamentales y muchos otros agentes externos, es preciso que recurra al modelo de organización sistémico; este artículo analiza, en primer lugar, los criterios que hacen que una empresa consiga sobrevivir como sistema; en segundo lugar, dedica una especial atención a la posición que ocupa la organización en el proceso de negociación como factor clave para el logro del rendimiento organizacional;

en tercer lugar, repasa algunas acepciones importantes de este modelo como: la investigación de operaciones y el modelo de Likert.

Manifiesta el autor que, desde el modelo de sistemas, la organización debe ser juzgada por su capacidad para adquirir factores, procesarlos, distribuir los bienes y servicios y mantener estabilidad y equilibrio para conseguirlos. La eficacia es función del grado de funcionamiento óptimo del sistema, medida por su capacidad de mantenerse internamente como un sistema social y a la vez interactuar adecuadamente con el entorno. A través del mecanismo de realimentación se reflejan los resultados de una acción y se permite el ajuste del sistema.

En definitiva, el modelo de sistemas destaca dos situaciones importantes: a) la supervivencia final de la organización depende de su capacidad para adaptarse a las exigencias del entorno y, b) para satisfacer dichas exigencias, el ciclo total de insumos o entradas (información, energía, recursos y materiales), proceso (transformación), resultados, debe ser el centro de atención de la dirección. Por lo tanto, los criterios de eficacia deben reflejar ambas situaciones, y la eficacia se definirá de acuerdo con ello.

De acuerdo al autor, el principal problema del modelo de sistemas reside en determinar cuáles son los criterios o la combinación de criterios que deben utilizarse para definir y medir la eficacia. La revisión de Steers, de 17 modelos multivariantes utilizados por distintos investigadores muestra el desacuerdo imperante sobre los criterios de eficacia.

Afirma como conclusión que se encontró poca consistencia en los criterios de evaluación de los modelos.

Hrebiniak, como se citó en Ramos (2006), nos indica que: “el enfoque multidimensional añade complejidad y confusión al tema de la eficacia. No sólo hay muchos criterios de

eficacia (habilidad para sobrevivir, responder al entorno, adquisición de recursos escasos y ricos, posición negociadora, nivel de conflicto entre los grupos internos, satisfacción de los empleados en el trabajo, eficiencia en la transformación entradas. resultados, etc.), sino que, un subconjunto de ellos debe combinarse en un modelo multivariable que sea relevante para el sistema (es decir, específico a una organización) y, no obstante, que tenga sentido para distintos tipos de organización”.

Yutchman y Seashore, como se citó en Ramos (2006) proponen que “un enfoque de sistemas basado en la concepción de que la eficacia viene definida por la capacidad de la organización para obtener recursos escasos y valiosos. Ellos mismos admiten que una de las limitaciones de este enfoque es que en la práctica, la eficacia de la organización debe ser evaluada en términos relativos comparando las organizaciones entre sí”.

Según estos autores, Ramos (2006), menciona que: “son necesarios los siguientes pasos para evaluar la eficacia de una organización:

- a) Proporcionar una taxonomía completa de los recursos.
- b) Identificar los diferentes tipos de recursos que son mutuamente relevantes para las organizaciones bajo estudio.
- c) Determinar las posiciones relativas de las organizaciones comparadas en base a la cantidad y tipos de recursos que están disponibles para la organización y a su eficiencia en el uso de los mismos.

El modelo se centra en reflejar la capacidad de la organización para mantenerse internamente como sistema social e interactuar con el entorno. Las organizaciones, muchas veces funcionan como sistemas cerrados, en régimen de monopolio en la oferta de servicios, lo cual restringe la condición de apertura al entorno”. (p. 153-154)

Como apreciación a este artículo de investigación científica, se puede destacar la medición de la eficacia en el contexto de un enfoque sistémico; tomando en cuenta la clasificación completa de los recursos que tiene la organización, identificando particularmente cada tipo y su disponibilidad, dentro del marco de su interrelación con el entorno y su disponibilidad a obtener recursos valiosos.

Como parte de los antecedentes de la investigación se cita el artículo científico titulado “¿Cómo mejorar la eficacia de los equipos a través de los procesos grupales? Un ejemplo en la Industria Automotriz” (Revista Redalyc; Sistema de Investigación Científica, Red de Revistas Científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal) cuyos autores Rocío Meneses y José Navarro (2015), Universidad de Barcelona; resumen la investigación de la siguiente manera:

Los autores consideran que incrementar la efectividad en una organización debe considerar las tareas, los procesos y los resultados; orientando la investigación del sector automotor español en el desarrollo grupal, identificación con el grupo y potencia del equipo; resaltando a los equipos como una herramienta clave en el sector; enfocándose como mejorar el desempeño y la efectividad.

Los autores manifiestan que en España la industria automotriz desde hace tres décadas viene incorporando los grupos y equipos de trabajo a su estilo de gestión y que las empresas en general deberían aplicarla con el propósito de conocer las condiciones de aumentar la probabilidad de eficacia. Los resultados indican que estos procesos predicen el 57% del desempeño grupal y especialmente dos de los criterios de efectividad utilizados en el sector (Absentismo y orden e higiene en el lugar de trabajo).

De acuerdo a los datos de los autores España fue el último en decrecimiento en la crisis, siendo el segundo productor europeo después de Alemania de equipos industriales.

Dado su situación es muy conveniente tomar en cuenta sus conocimientos y competencias, para mejorar el desempeño de las ocupaciones del sector.

Los autores manifiestan que los grupos y equipos de trabajos son sistemas dinámicos y complejos inmersos en un sistema organizacional; Rico, Alcover y Tabernero (como se citó en Meneses y Navarro, 2015) manifiestan que las tareas que desempeñan requieren interacción entre sus miembros, coordinación, cooperación y comportamientos orientados al logro de metas y resultados grupales.

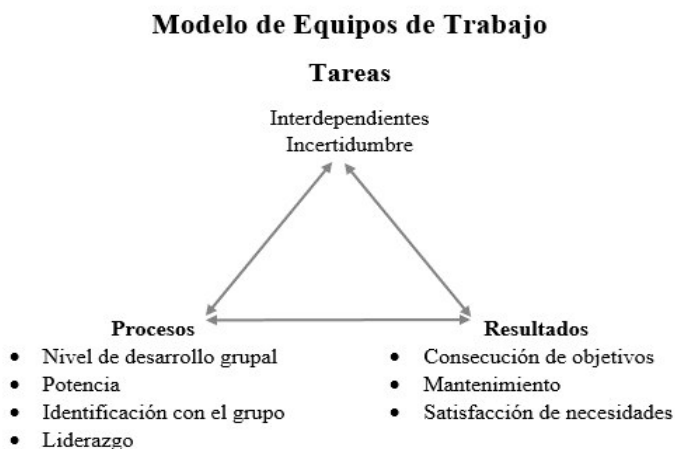
Los autores declaran que sobre una posición real es interés de las organizaciones promover equipos exitosos, para ello hay que considerar tres elementos claves; tales como tareas que deben realizar, procesos grupales propios de los equipos y los resultados obtenidos; constructos claves para el desempeño y los resultados.

Los autores manifiestan que los procesos grupales son importantes dado que se relacionan con la efectividad de los equipos; ya que estos repercuten en la forma como los miembros de un equipo combinan sus capacidades y comportamientos, basados en sus recursos individuales, conocimientos, habilidades y esfuerzos para sostener la demanda de las tareas programadas.

Los autores en la Figura 1, muestran la representación gráfica de este modelo que nos servirá de guía en el presente artículo. En concreto, este artículo se enfocan en uno de

estos elementos, los procesos grupales y cómo éstos son claves para entender su efectividad (desempeño y resultados) en el sector de la automoción.

Figura 1
Modelo para diseñar o gestionar con éxito equipos de trabajo



Nota. La figura muestra las tareas, procesos, resultados del trabajo en equipo. Fuente: Navarro, et al., 2011 (como se citó en Meneses y Navarro, 2015)

Kozlowski y Bel y Osca et al., como se citó en Meneses y Navarro (2015), manifiestan que: “datos empíricos muestran que las mejoras en los procesos del equipo inciden favorablemente en su eficacia y se pueden considerar importantes predictores del desempeño.

Los autores manifiestan que el desarrollo grupal es factible de medición, la cual puede ofrecer un diagnóstico cuantitativo del grado en que un grupo es un verdadero grupo en función de su desarrollo, independientemente de la fase concreta en la cual se encuentre; la potencia del equipo se refiere a la creencia colectiva del grupo relativa a su capacidad para alcanzar exitosamente la meta programada”

De acuerdo a los autores, siguiendo el modelo normativo propuesto por Hackman (1987) podemos considerar tres criterios para evaluar la eficacia del equipo. Primero, la salida (output) productiva que el grupo debe alcanzar o superar los estándares de desempeño establecidos por la organización. Segundo, la concepción del grupo como unidad de ejecución, lo cual implica que los procesos sociales involucrados en la realización del trabajo deben mantener o mejorar la capacidad de los miembros para trabajar juntos en subsecuentes equipos de tareas. Y tercero, el impacto de la experiencia de grupo sobre los miembros individuales que debe satisfacer, más que frustrar, las necesidades personales de los miembros del grupo. Resumiendo, los tres criterios de efectividad considerados por los autores y propuestos por Hackman son: “1) consecución de objetivos propuestos, 2) mantenimiento o fortalecimiento de la capacidad de los miembros del equipo para trabajar juntos en el futuro, y 3) atención del grupo a las necesidades de sus miembros”. (Meneses y Navarro, 2015, pp. 224)

En la investigación los autores manifiestan medir los resultados grupales a través de indicadores de efectividad como absentismo, orden e higiene, ideas de mejoras, gasto en material auxiliar, polivalencia o multitarea y calidad, para ver en qué medida los procesos grupales evaluados predicen el desempeño y la efectividad; para el caso específico de la investigación los resultados mostraron que los procesos predicen el desempeño grupal con una capacidad predictiva hasta el 57%.

De acuerdo a los autores el criterio de orden e higiene alude tanto en el uso correcto de herramientas y espacios de trabajo como a procedimientos relacionados con la salud y seguridad, criterio clave para las empresas industriales por el marcado énfasis que las caracteriza en materia de prevención. Estos resultados indicarían que, si mejoramos el desarrollo grupal, la

identificación y la potencia del equipo incrementaremos los resultados que el equipo obtiene en cuanto al mantenimiento ordenado y limpio de los espacios de trabajo lo que repercutirá en una menor accidentabilidad; a su vez disminuiríamos el nivel de absentismo. Está por demás señalar la deseabilidad de estos cambios por su impacto en la gestión de los equipos y en la mejora de sus resultados.

Los autores concluyen que: “cada vez más el sector industrial en general, y el de la automoción en particular, emplea equipos y grupos de trabajo. El relevante papel que juegan los procesos grupales en el desempeño y resultados de los grupos de producción pertenecientes a empresas de automoción constituye una información con destacado valor con miras a crear una ventaja competitiva en la fabricación de automóviles” (Meneses y Navarro, 2015, pp. 224).

Es factible promover una mayor efectividad y un mejor desempeño de grupos ya constituidos a partir de la evaluación del grado de presencia de ciertos procesos de grupo (desarrollo grupal, identificación y potencia) en un momento determinado; y favorecer la capacitación planificada de los equipos a través de programas específicos con miras a una mejora continua.

A partir de esta investigación se ha podido recoger varios postulados en relación a la industria en general y en particular a la industria de automoción, en relación al desempeño y efectividad en el diseño de sus procesos, incidiendo en importancia los recursos humanos y la formación de grupos de trabajo capaz de alcanzar las metas y los estándares de desempeño, debiéndose priorizar los ambientes de trabajo, la infraestructura, herramientas la seguridad y salud integral.

El compromiso del recurso humano y los grupos de trabajo pasa también por algunos estímulos, que día a día van comprendiendo los gerentes como jornadas de relajación laboral,

estipendios adicionales por productividad, compromiso con el trabajador entre otros que mantienen comprometido al equipo de trabajo.

Para la investigación es importante y coincide con la necesidad de plantear indicadores de desempeño con previsión a los resultados, es decir indicadores líderes que luego del diagnóstico organizacional permitan plantear una aproximación al indicador de eficacia, como resultado de una serie de procesos en el caso particular, alineado a la gestión del mantenimiento.

En los términos empleados entre desempeño y efectividad, podemos emplear una analogía de la idea planteada en nuestra investigación que precisa entre la eficacia y la efectividad.

Como parte de los antecedentes en la gestión del mantenimiento se pudo recoger de la revista de Chile de Ingeniería, revista titulada INGENIARE, cuyos autores Pablo Viveros, Raúl Stegmaier, Fredy Kristjanpoller, Luis Barbera y Adolfo Crespo (2013) sobre propuesta de modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo, resumimos lo mencionado por los autores:

Los autores convergen en que el desarrollo e implementación de un modelo real y factible para la gestión global del mantenimiento se ha convertido en un tema de investigación y discusión fundamental para alcanzar un buen desempeño en la gestión de mantenimiento, cuyos objetivos están alineados al cumplimiento de los objetivos de la empresa.

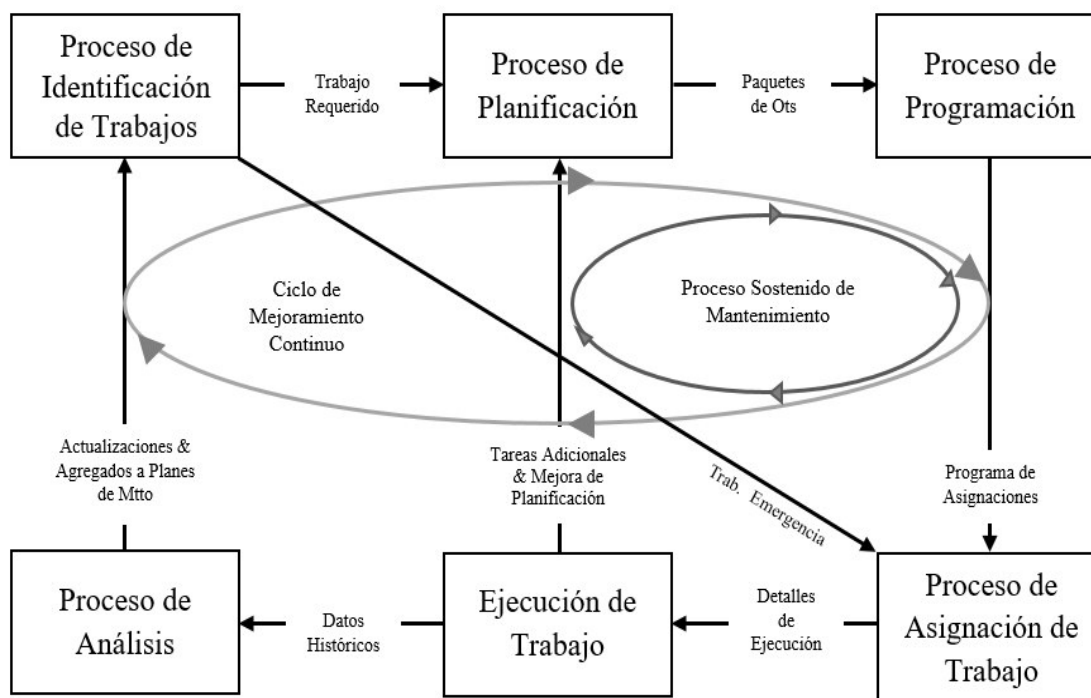
Manifiestan que la modernización de la gestión del mantenimiento incluye todas aquellas actividades destinadas a determinar objetivos y prioridades de mantenimiento, las estrategias y las responsabilidades. Todo ello facilita la planificación, programación y control de la ejecución del mantenimiento, buscando siempre una mejora continua y teniendo en cuenta aspectos económicos relevantes para la organización. Una adecuada

gestión del mantenimiento, teniendo en cuenta el ciclo de vida de cada activo físico, debe cumplir con los objetivos de reducir los costos globales de la actividad productiva, asegurar el buen funcionamiento de los equipos y sus funciones, disminuir al máximo los riesgos para las personas y los efectos negativos sobre el medio ambiente, generando, además, procesos y actividades que soporten los objetivos mencionados. Es por esta razón que existe la necesidad de conceptualizar y de entender los procesos mínimos necesarios para desarrollar una correcta gestión de mantenimiento en una organización. Los autores hacen mención que en base a la norma ISO 9001-2008 y características reales de las unidades de mantenimiento se puede establecer un diagrama reconocido como ciclo de trabajo de mantenimiento. De este modo, se distinguen claramente varios aspectos que deben ser considerados al momento de elaborar e implementar un modelo de gestión del mantenimiento.

En la Figura 2 se presentan dos ciclos de trabajos muy representativos y necesarios en un buen modelo de gestión de mantenimiento. El primero, reconocido como el Ciclo Habitual de Mantenimiento o bien ciclo de trabajo estándar, explica la secuencia lógica del proceso táctico-operativo de las actividades de mantenimiento, las cuales son: planificación, programación, asignación de tareas/trabajo y la ejecución correspondiente.

Figura 2.

Modelo de gestión del mantenimiento.



Fuente: Viveros et al. (2013) en A. Arata. “Ingeniería y gestión de la confiabilidad operacional en plantas industriales”. RIL Editores. 1ª Edición, p. 442. Santiago, Chile. 2009.

El segundo, definido como Ciclo de Mejoramiento Continuo, agrega al ciclo habitual dos nuevas actividades, el proceso de análisis de lo ejecutado para la búsqueda respectiva de oportunidades de mejora (ej.: modificar el plan de mantenimiento) y el proceso de identificación de tareas necesarias para implementar las mejoras.

Un modelo de gestión del mantenimiento debe ser eficaz, eficiente y oportuno, es decir, debe estar alineado con los objetivos impuestos en base a las necesidades de la empresa generando a su vez actividades que permitan mejorar los indicadores claves del proceso de mantenimiento, asociados a mantenibilidad y confiabilidad. Además, para generar un

modelo de mantenimiento robusto y eficaz se deben considerar factores relacionados con la disponibilidad de recursos y su respectiva gestión.

El modelo propuesto por los autores consigue alinear los objetivos locales del mantenimiento con los objetivos globales del negocio en un marco de mejora continua. Además, propone algunas herramientas de apoyo en las principales etapas del modelo, dando a conocer las principales bondades y funcionalidad dentro del ciclo propuesto. Mediante estas herramientas, se entrega soporte en la toma de decisiones lógicas de gestión y optimización de una manera real y continua en todos los procesos que tienen que ver con la planificación, programación y ejecución del mantenimiento, teniendo en cuenta el contexto operacional y contemplando todas las restricciones que pueden afectar a la eficiencia y/o eficacia de la gestión del mantenimiento. (Pablo Viveros, Raúl Stegmaier, Fredy Kristjanpoller, Luis Barbera y Adolfo Crespo, 2013, pp 126-127)

Los autores presentan un modelo avanzado para la gestión integral del mantenimiento en un ciclo de mejora continua, que se alinea a las estrategias, políticas e indicadores claves del negocio. “Es un modelo dinámico, secuencial y en bucle cerrado que determina de forma precisa el curso de acciones a llevar a cabo en el proceso de gestión para asegurar la eficiencia, eficacia y mejora continua del mismo. Además, tiene inmerso el concepto de ciclo de mejora continua” (Pablo Viveros, Raúl Stegmaier, Fredy Kristjanpoller, Luis Barbera y Adolfo Crespo, 2013, pp.125-138).

El actor hace mención a un nivel de producción esperada para alcanzar el objetivo meta, dando relevancia a la eficiente utilización de los recursos desde el punto de vista de los aspectos técnicos y organizacionales, dentro del plan estratégico, táctico y operativo; al respecto la

investigación se centra en los recursos técnicos en el nivel operativo, así como la arista de la responsabilidad social, incluyendo la seguridad y el medio ambiente.

2.2 Bases Teóricas

Los fundamentos teóricos referidos líneas abajo, en la presente investigación trata de centrar el tema de la investigación, con el propósito de dar sustento al diseño posterior del modelo de una aproximación a la eficacia del proceso técnico de la gestión del mantenimiento de equipos pesados, por un lado; y por otro las técnicas aplicadas en los proceso de producción con el propósito de gestionar indicadores que puedan medir el desempeño de los procesos y su mejora continua a lo largo de la vida útil del activo.

Se trata de revisar las bases teóricas que den sustento a la investigación, teniendo en cuenta de acuerdo a los antecedentes que estas teorías generalmente están basadas en indicadores retardados o sobre resultado que permiten realizar los ajustes después del evento.

La aproximación a la eficacia busca como postulado elaborar medidores líderes que permitan anticiparse a los resultados.

Por otro lado, en la investigación no se cita solamente las bases teóricas solo como conceptos descriptivos de la ciencia, sino se contextualiza dentro del enfoque de alguna aplicación en alguna investigación que permita entender su propósito y objetivo.

Para esta investigación, con el propósito de alimentar el modelo propuesto en base al marco teórico, se ha tomado para su estudio tres aristas a considerar importantes y vinculadas en una medición; siendo estas el tratado en Gestión del mantenimiento; el desempeño del mantenimiento y las técnicas de procesos, cuya explicación radica que para medir la eficacia de los procesos de mantenimiento, como en todas las actividades, debemos tener en cuenta los objetivos y metas alcanzar, para el caso el servicio de los mantenimiento de equipos pesados

están basados en la gestión del mantenimiento, mientras que los indicadores de eficacia, se trata como el desempeño de los procesos, auscultando una serie de indicadores en materia de mantenimiento, siendo evidente que teniendo el objeto a medir, este no está excepto a su rol, en tanto convergen como factores importantes las técnicas de mantenimiento que se estén aplicando al objeto, además de otros factores exógenos que pueden ser el desarrollo de esas técnicas o quizás la no vinculante al objeto; así tenemos:

2.2.1 Gestión del mantenimiento

La Gestión del mantenimiento se define como la aplicación de métodos, técnicas y conocimientos para mantener la continuidad de las de maquinarias, equipos y en general de activos en las empresas; dado que su operatividad debe mantenerse de manera óptima para continuar con la producción.

En la tesis de grado de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo de la Facultad de Mecánica, Escuela de Ingeniería de Mantenimiento del Ecuador; el autor Jordán Bassante Alex Fernando (2012) en su tesis denominada “Organización y Gestión del Mantenimiento en los Equipos de la Empresa de Ingeniería de Maquinaria INGEMAQ, menciona lo siguiente:

El desarrollo del trabajo investigativo, parte de un análisis de evaluación de la situación actual de la empresa a fin de diagnosticar el estado en que se encuentra las maquinas, así como el mantenimiento empleado y la documentación básica utilizada en la empresa.

Bassante menciona que se efectuó el estado técnico del mantenimiento para conocer la eficacia del mantenimiento que se ha aplicado, por lo que mediante un análisis de cada uno de los sistemas y partes significativas de las maquinas se llegó a la conclusión de

que todas ellas se encuentran en buen estado; sin embargo, el mantenimiento es subcontratado y la empresa no tiene un plan mínimo de mantenimiento.

El autor recomienda realizar el Plan de Mantenimiento e indicadores para poder medir y tener documentación del mantenimiento; previamente recomienda se realiza un inventario técnico de las maquinas en la cual se describen las características apropiadas de cada una de ellas para luego realizar la determinación de tareas con sus procedimientos respectivos.

De la misma manera se indicó la necesidad de realizar la gestión de materiales, herramientas, repuestos y de personal, mediante la cual se puede conocer la forma de solucionar cualquier anomalía que se presente durante el funcionamiento de los equipos y con ello alcanzar una buena producción tanto de los operarios como de la empresa.

La documentación de trabajo realizada conjuntamente con las fichas diseñadas, le permite al gestor, obtener una completa base de datos que sirve para efectuar el mejoramiento continuo de la gestión del mantenimiento.

El autor menciona que una eficiente gestión del mantenimiento planificada y alineada al objeto de la empresa proporciona confiabilidad, eficiencia y productividad a la industria en general, evaluándose los resultados por la cantidad y calidad de productos.

La planeación y programación del mantenimiento tiene la finalidad de trazar un proyecto que contenga las acciones a realizar para el desempeño de la empresa, es fundamental saber hacia dónde se va como empresa, es por esto que se programa incluyendo las tareas según el desempeño de cada elemento y se documenta con el propósito de analizar cuanto mantenimiento se realiza.

El análisis de fallas y su criticidad dan luz a lo planeados para tomar decisiones que contribuyan al buen funcionamiento, rendimiento y más que todo que minimice el costo al aplicar el mantenimiento a tal o cual elemento. (Bassante, 2012).

Otra investigación por la cual se ha podido describir el marco teórico en la gestión del mantenimiento, lo encontramos en la Revista de Ciencia y Desarrollo, denominado Gestión moderna del mantenimiento de equipos pesados - Modern Heavy Equipment Maintenance Management, cuyo autor es el Dr. Manuel Enrique Zegarra Ventura, quien menciona lo siguiente:

El autor, refiere que la gestión de maquinaria y equipos de construcción es una tarea compleja, en tanto los responsables deben del equipo mecánico tomar decisiones técnicas y económicas complejas; entre otras lo relativo al mantenimiento y reparaciones.

El autor, afirma que Las empresas constructoras de nivel internacional están inmersas en lo que se denomina el Mantenimiento de Clase Mundial, es decir que establecen políticas para realizar las labores cotidianas de trabajo con buenas prácticas tanto en el campo de la gestión como en el campo técnico. Planteando para el mantenimiento de equipos dos indicadores frecuentemente evaluados, como son la Disponibilidad Mecánica (DM) y la Confiabilidad (R).

El autor sustenta la Base Teórica de la gestión de mantenimiento de equipos; haciendo referencia a Caterpillar; con documentación basta sobre teorías de la gestión de mantenimiento, sus procedimientos, objetivos y beneficios; sustentando algunas de ellas, las que consideran útiles para el enfoque que se requiere en el presente trabajo.

Realiza una analogía entre el máximo rendimiento de una pieza de equipo de minería que depende primordialmente de tres factores críticos: el diseño del producto, la aplicación en que es usado, y el mantenimiento que esta recibe durante su vida de servicio. Planteando que este postulado puede aplicarse también a todo equipo de construcción, pues las máquinas y el trabajo realizado son muy similares. Las exigencias en el campo minero son mayores por el tipo de material y volúmenes que mueven, pero los principios del cuidado de las máquinas y los resultados que ello brindan son los mismos. (Zegarra M., 2015, pp. 57-65)

Valdivia, (1993 p. 4), como lo citó Zegarra (2015), señala que: “el mantenimiento es un conjunto de actividades técnicas, de aplicación directa, estructurales y de control económico que tiene como objetivo conseguir que la vida útil de las instalaciones, máquinas y edificios sea la mayor posible, lo que permite que el valor de las inversiones permanezca activo durante el tiempo de amortización e inclusive después”. Mientras que Equipment Maintenance Council, (2007, p. 117) citado por Zegarra M, (2015) señala que “cuando hablamos de equipos móviles, el mantenimiento preventivo puede ser definido como una actividad organizada cuyo objetivo es maximizar el servicio y valor económico de la máquina. Estas actividades comienzan con la adquisición de la máquina y continúa a lo largo de su vida”.

El autor postula que la idea principal es mantener los activos en condición productiva, pero a la vez se dice que el valor de las inversiones debe tener un control económico, para de esta manera maximizar utilidades. Esto implica que los sistemas de mantenimiento deberán tener una metodología y deberán servirse de herramientas adecuadas, para el logro de su objetivo. En este sentido el autor cita a Krause (1998),

citado por Zegarra (2015), quien menciona: “que el reto de manejar altos costos, intensivos en capital, equipos móviles, está siendo lograda, incorporando nuevos sistemas y tecnologías emergentes. Estas tecnologías están contribuyendo a tener una mejor y directa utilización de cada activo durante su vida útil y está poniendo énfasis en el manejo de los costos de operación y en el mantenimiento preventivo”.

Harsem (1993), como lo citó Zegarra, (2015), nos menciona que: “calificar dentro de lo llamado MANTENIMIENTO CLASE MUNDIAL, significa estar organizado, para combatir los costos de la ineficiencia, convirtiéndonos en una valiosa contribución a la producción de la empresa”.

Lo planteado por el autor, sugiere que: “el perfil de los responsables de los equipos de las empresas sea profesional en ingeniería mecánica y además posean estudios de maestrías en administración de empresas con conocimientos de finanzas, ya que además de ser un profesional con una sólida base técnica, debe tener base administrativa con una visión diferente de la gestión de mantenimiento”. (Zegarra M, 2015, p. 59)

La teoría de Zegarra resalta el mantenimiento planificado y la programación de las operaciones como elementos sustanciales para una visión diferente en las tareas del mantenimiento; la investigación planteada en este estudio sustenta como principio elemental la planificación en sí, tomando en cuenta los procesos, los recursos, el personal, el medio ambiente y la seguridad en las labores a desarrollarse para el mantenimiento de equipos pesados, como parte del diseño de esta investigación.

La Ing. Aracelis Barrios del Instituto Universitario del Estado Bolívar y la Dra. Maritza Ortiz de la Universidad de la Habana (2013), escriben en una Revista Científica un artículo

titulado “Procedimiento para la Gestión de Mantenimiento Utilizando Herramientas de la Cuarta Generación”; donde mencionan lo siguiente:

Los autores plantean el diseño de un procedimiento para la gestión de mantenimiento sistémico, basados en un conjunto de herramientas, que orientan el uso de los recursos de la empresa asociados con las Personas, los Procesos y la Tecnología, orientados a mejorar la productividad, la toma de decisiones acertadas y a maximizar el rendimiento de los equipos, considerando entre otros, los factores de Confiabilidad, Mantenibilidad, Seguridad, Calidad y Medio Ambiente.

La aplicación del procedimiento permite utilizar de manera sistémica, con la información obtenida y la aplicación el mantenimiento productivo total (TPM), el mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), evaluar los riesgos causados por las fallas en los equipos mediante la aplicación de la Lógica Difusa.

Los autores reflexionan acerca de las organizaciones y su entorno económico cada vez más complejo y dinámico; situación que conlleva a una mayor competencia entre empresas; porque las organizaciones deben adaptarse a nuevas realidades que exigen nuevas formas de pensar, de actuar, de tomar decisiones, de valorar sus activos físicos y financieros, su capital intelectual y sus capacidades de gestionar conocimiento; dejando de ver a las organizaciones como solo una estructura jerárquica y funcional.

Por otra parte, los autores citan a Arturo Canales y Pedro Pacheco (2006) en el trabajo Modelo Gerencial de Mantenimiento, donde afirman que en la actualidad son pocas las organizaciones que aplican un enfoque holístico y sistémico de la gestión de mantenimiento, asumiendo una Organización de Mantenimiento de Clase Mundial como el eje principal para la optimización de activos.

Los autores presentan un diseño para el mantenimiento basado en tres etapas: 1ra aplicando la metodología del TPM (Mantenimiento Productivo Total) basados en las personas y la organización; donde se busca maximizar la efectividad global del equipo, establecer un programa de mantenimiento preventivo, un sistema de mantenimiento autónomo e involucrar a toda la organización; y la del RCM (Mantenimiento centrado en confiabilidad) para medir el desempeño a través de los índices de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad; Etapa 2: Evaluación cualitativa de los riesgos producidos por las fallas en los equipos, identificando los riesgos por fallas de los equipos, se procede a evaluarlos y aplicar la mejora continua; para ello se realiza ciertos pasos como opinión de expertos para calificar las variables de riesgo en cuanto frecuencia y consecuencia, Determinar la escalas de las variables; aplicación de encuestas a los expertos, agregado de las opiniones y cálculo del nivel de cada riesgo y jerarquización de los mismos; y la 3era etapa, consistente en el control y seguimiento de los resultados. (Barrios y Ortiz, 2013, pp. 1-22)

Continuando en el propósito de destacar la Gestión del Mantenimiento, se debe citar el Trabajo de Diploma titulado “Procedimiento para la gestión de los recursos comunes a los subsistemas de Producción y de Mantenimiento. Aplicación en la subdivisión productiva Maquinaria Pesada de la UEB Planta Mecánica”, cuyo autor Leandry Benítez Torres (2015) de la Universidad Central Marta Abreu de las Villas en Cuba, donde si bien es cierto no diluye su análisis en propiamente la Gestión de Mantenimiento; no obstante, establece la importancia de la vinculación entre la producción y el mantenimiento en la organización. Teniendo en cuenta esto, podemos mencionar lo siguiente:

El autor plantea la problemática de la integración de la producción con el mantenimiento que: “si bien es cierto es de reconocida importancia, en la realidad existe una brecha entre estos subsistemas, lo que origina resultados no deseables en las organizaciones” (Benítez Torres 2015)

El autor menciona que las empresas para lograr la excelencia en las organizaciones, requieren: “de la creatividad del profesional de producción (operación y mantenimiento) en la búsqueda de alternativas que permitan a las empresas ingresar en un ambiente muy competitivos; donde tienen como exigencia prestar servicios con calidad y a costos alcanzables” Benítez Torres (2015)

El autor expresa que, para el logro de la eficiencia y eficacia deseada por la empresa, es importante buscar la integración entre los distintos departamentos, funciones o procesos; considerándose imprescindible el reconocimiento de la importancia del mantenimiento en el proceso productivo.

El autor menciona que a partir del diagnóstico realizado en el año 2012, previo a la propuesta de Política de Mantenimiento de la Industria se obtuvo que la gestión del mantenimiento en la empresa fuese evaluada de regular en la subdivisión productiva Maquinaria Pesada, perteneciente a la empresa Planta Mecánica de Villa Clara; encontrándose los mayores problemas en la planificación y control, e ingeniería de mantenimiento; la existente confusión entre los criterios del área de producción y los del área de mantenimiento ocasionan falta de coordinación en la planificación de ambos subsistemas, lo que provoca que el subsistema de producción no conceda el apoyo necesario a mantenimiento para que desarrolle su gestión con efectividad. Ello trae

consigo la necesidad de perfeccionar el diseño de una propuesta existente de SGIPM en la subdivisión productiva.

El autor bajo el diagnóstico realizado y bajo el enfoque de mejorar la propuesta metodológica presentada por Broche Martines relativa al diseño de un sistema de gestión integrado producción mantenimiento en la subdivisión productiva Maquinaria Pesada de Planta Mecánica, en lo que a gestión de los recursos comunes a los subsistemas de producción y de mantenimiento; plantea desarrollar un procedimiento general que marque las pautas a seguir en el proceso de gestión de los recursos que resultan comunes a los subsistemas de producción y de mantenimiento.

El autor para el cumplimiento de los objetivos estructuró tres capítulos, capítulo 1 los fundamentos teóricos de la investigación; capítulo 2 se refiere al diseño de un procedimiento para la gestión de los recursos comunes y el capítulo 3 se realiza la aplicación del procedimiento anteriormente mencionado; de lo que podemos resumir como los constructos más importantes en relación al mantenimiento los anotados, líneas abajo.

Diaz Cazañas (2008), citado por (Benítez Torres 2015) menciona que: “desde el punto de vista de la teoría de sistemas, el Mantenimiento puede verse como un subsistema caracterizado por un conjunto de entradas expresadas en términos de recursos humanos, materiales, financieros e informativos”.

Una propuesta metodológica dirigida a la definición de las líneas de acción generales para lograr una gestión integrada de los recursos que resultan comunes a los subsistemas de producción y de mantenimiento deberá proveer las indicaciones necesarias para efectuar un análisis detallado de los procesos objetos de estudio.

Se logró establecer los elementos teórico - metodológicos fundamentales de un procedimiento general para la gestión de los recursos que resultan comunes a los subsistemas de producción y de mantenimiento. (Benítez, 2015)

Luego del análisis de la importancia conferida por los expertos de la UEB a los procesos de la GP y de la GM se advierte una falta de cultura estratégica entre los directivos de la organización, así como la necesidad de adoptar proyectos de mejora.

La adecuada formación y preparación del equipo de trabajo y los expertos en materia de gestión por procesos, métodos de evaluación y ponderación de indicadores, y enfoques para la gestión integrada producción - mantenimiento constituye un elemento crítico para el logro de la implementación exitosa del procedimiento propuesto.

2.2.2 Desempeño en el mantenimiento

Prosiguiendo con el mismo estilo de la investigación para la base teórica, debemos asentar el desempeño de los procesos en la gestión del mantenimiento, como lo escriben los diferentes autores el desempeño se conceptualiza como el cumplimiento de un requerimiento cuyas características han sido previamente definidas, es decir obtener los resultados dentro de ciertos protocolos y en un plazo determinado; dentro de este marco entre otros interesa atender la medición de la EFICACIA, como consecuencia del cumplimiento de metas y objetivos y la verificación de los logros alcanzados.

Como parte de los tratados en el desempeño del mantenimiento se consultó la tesis de grado en Ingeniería de gestión de la Universidad de Pretoria, titulada “An Analysis of Maintenance Performance Systems in the South African Mining Industry” en idioma español Análisis de Sistemas de Rendimiento de Mantenimiento en la Industria Minera de Sudáfrica,

mediante el cual los autores Kotze y Visser (2012) en su análisis, referencia para la optimización del mantenimiento, la necesidad de combinar indicadores financieros con otros medidores del rendimiento, mencionando lo siguiente:

Los autores conceptualizan a la medición del rendimiento como esencial del proceso de gestión del mantenimiento; para lo cual la función de planificación define las metas y objetivos para la empresa; mientras que la función de control debe monitorear las medidas de rendimiento y establecer medidas correctivas de lo planificado si fuera el caso; en tal sentido la medición del rendimiento de mantenimiento es esencial para garantizar que se logren los objetivos y valor a la empresa.

Los autores mencionaron como objetivo de este estudio determinar si los departamentos de mantenimiento de minas en Sudáfrica utilizan la medición del rendimiento de manera eficiente y efectiva; dado que las máquinas y el equipo deben mantenerse o repararse para seguir desempeñándose de forma segura y eficiente según las especificaciones o el diseño de capacidad previstos.

Muchos autores, también enfatizaron la importancia de lograr un equilibrio entre los MPI rezagados y líderes, El objetivo de un indicador de mantenimiento es proporcionar información sobre el estado de ciertos aspectos del funcionamiento del sistema de mantenimiento. Un indicador eficaz debería permitir a la administración mejorar el rendimiento.

De acuerdo al autor, se deben seleccionar los indicadores que conducirán al comportamiento correcto de los empleados y garantizarán los resultados deseados.

Algunos indicadores reactivos son necesarios para confirmar el rendimiento. Los indicadores de retraso son medidas que se enfocan en los resultados que se logran al

final de un período de tiempo, por ejemplo, al final del mes o del año tales como son la disponibilidad, la fiabilidad y el costo de mantenimiento

Para los autores los MPI deben abordar todas las categorías importantes de administración de mantenimiento. Siete categorías han sido identificadas de la literatura: flujo de trabajo de mantenimiento; rendimiento del equipo / proceso; cultura organizacional; rendimiento financiero; mejora continua / innovación; desempeño en seguridad, salud y medio ambiente; y la participación / satisfacción del cliente; así como Se deben seleccionar los indicadores que conducirán al comportamiento correcto de los empleados y garantizarán los resultados deseados.

Como parte de los resultados de la investigación el autor llevo a las siguientes conclusiones:

- 1) Los MPI no se derivan ni desarrollan a partir de la estrategia y los objetivos de mantenimiento a través de un proceso estructurado.
- 2) La gestión del rendimiento de mantenimiento no se aplica de manera efectiva en la industria minera.
- 3) Los MPI utilizados en la minería no abordan todas las categorías importantes de la gestión de mantenimiento.
- 4) Los MPI utilizados en el mantenimiento de la minería tienen un alto enfoque en los indicadores rezagados o reactivos.
- 5) La medición del rendimiento de mantenimiento no se usa de manera efectiva y eficiente para crear valor en todo su potencial en el entorno de mantenimiento de la minería.

En el cuestionario como instrumento de la investigación, se proporcionó una lista de 32 indicadores que utilizan con frecuencia las organizaciones de mantenimiento en todas las industrias, y los encuestados tuvieron que indicar en qué medida estos indicadores se utilizan en la industria minera. Se discrimino entre indicadores líderes y retrasados, dando como resultado el uso más frecuente de diez indicadores para las industrias mineras, con preponderancia de los indicadores retrospectivos y no líderes. (Kotze y Visser, 2012)

Estas primeras conclusiones de la investigación por el autor, se considera importante para el estudio que trata de darle la importancia a la medición del rendimiento como una aproximación a indicadores de eficacia con indicadores líderes, es decir aquellos que pueden prever una medición esperada con acertada oportunidad. Así también el planteamiento del mantenimiento integral fijando objetivos y metas dentro del marco de una planificación del mantenimiento. El autor dispone de una lista de indicadores de rendimiento de mantenimiento dados en la encuesta entre rezagados y líderes para su investigación.

Como parte del marco teórico se introduce a los indicadores de desempeño visibles en el mantenimiento de vehículos pesados, al respecto se recoge de la tesis presentada para el grado de PhD por Albert H.C. Tsang (2000), Graduado Departamento de Ingeniería Mecánica e Industrial de la Universidad de Toronto, titulado Gestión del rendimiento de mantenimiento en Organizaciones de Capital Intensivo, un enfoque importante sobre indicadores de desempeño basados en el Balanced Scorecard (BSC) donde resumimos:

El autor, refiere en su investigación como objetivo principal estudiar la función que la medición puede desempeñar en la gestión del rendimiento de mantenimiento; bajo el

enfoque de cuadros de mando equilibrados como herramienta para gestionar el rendimiento del mantenimiento.

El autor como resultados de la investigación resalta que en las organizaciones donde el mantenimiento se considera una inversión se impulsa la gestión del rendimiento del mantenimiento y los gerentes tienen una visión holística no solamente centrado en la máquina.

Para el autor investigar la gestión del rendimiento del mantenimiento se vuelca prioritario si se entiende las exigencias actuales y el entorno tales como tendencias emergentes de las estrategias de operación, fortaleciendo las expectativas de la sociedad, cambios tecnológicos y cambios en las personas y los sistemas organizacionales,

El autor advierte que el enfoque de la medición del rendimiento se considera solo como herramienta para apoyar el control operacional de las operaciones de mantenimiento por pocas empresas, por lo tanto, el grado en que estas se puede ampliar es parte de la investigación; la que aborda problemas específicos como:

- (a) Aplicación del cuadro de mando integral como herramienta de medición para la gestión del mantenimiento actuación.
- (b) Identificar herramientas para planificar y revisar el desempeño de mantenimiento.
- (c) Los factores críticos de éxito y las barreras para la implementación exitosa de un efectivo sistemas de gestión del rendimiento de mantenimiento.
- (d) Usar el enfoque de sistemas socio-técnicos (STS) para identificar el tipo de desempeño sistema de gestión para organizaciones de mantenimiento.

- (e) Formulación de un marco para gestionar el rendimiento del mantenimiento de clase mundial de las organizaciones.

Para el autor dentro de la teoría de la medición del mantenimiento hay dos ciclos de procesos, el primero consiste en los procesos gerenciales de formulación de políticas de mantenimiento, establecimientos de objetivos, planificar, auditar y medir el rendimiento, cuyos problemas abordados tiene que ver con la estructura organizacional, el personal, la asignación de recursos, los planes de acción, etc.; mientras que el segundo se refiere a la aplicación técnica y la operación de actividades de mantenimiento, lo que implica regímenes de mantenimiento (reactivos, preventivo,

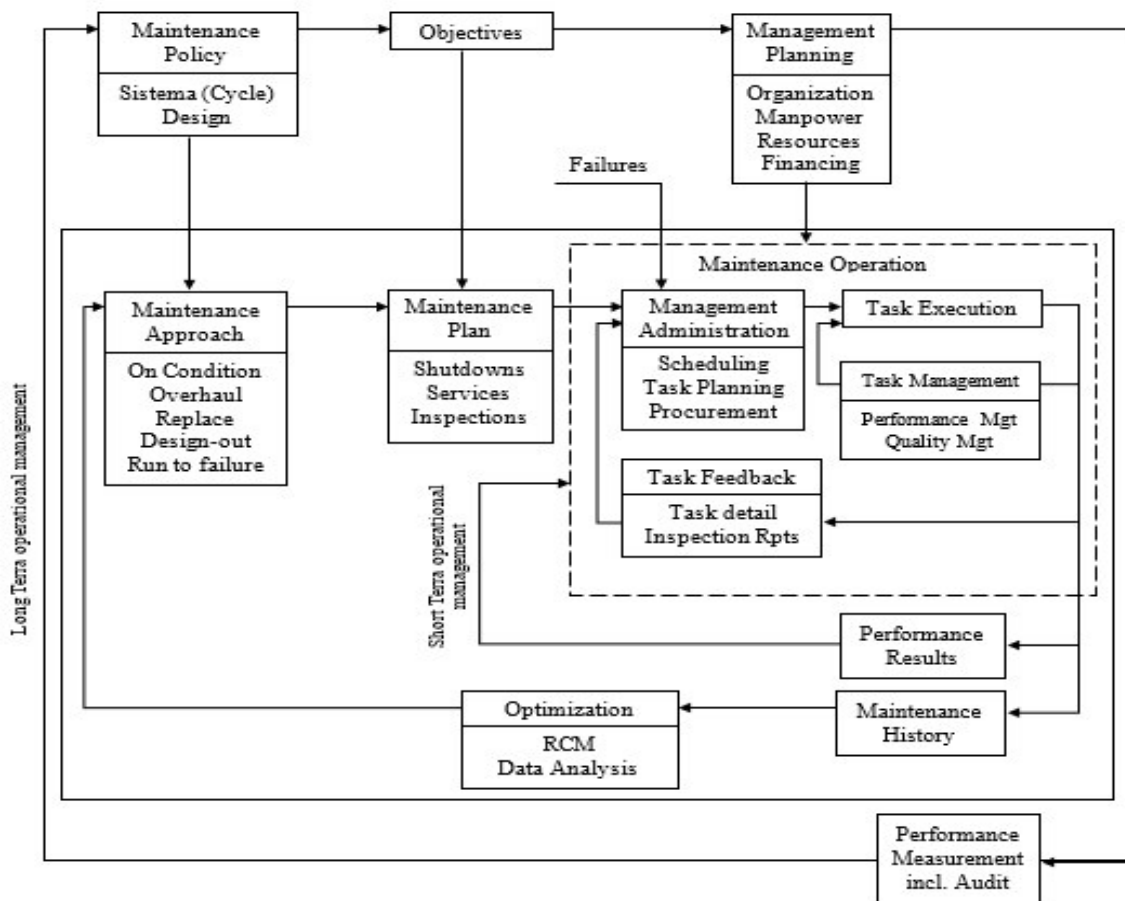
basado en la condición, TPM, etc. El ciclo se cierra proporcionando retroalimentación a través de la captura y análisis de los datos de rendimiento (ver figura 3)

El autor dentro de la teoría de la medición del mantenimiento en su marco teórico consolida algunos principios compartidos por varios autores, así:

(a) Las medidas son específicas de la organización: están vinculadas a la estrategia de

Figura 3

The General Maintenance Model.



Fuente: Coetzee (citado en Tsang, A. H., 2000)

la organización.

- (b) Medidas múltiples: medidas internas y externas, financieras y no financieras, rendimiento conductores y medidas de resultado: deberían utilizarse para lograr un equilibrio en perspectiva, y comunicar las relaciones causales para lograr el éxito empresarial.
- (c) Las medidas deben ser fáciles de usar: sencillas, fáciles de usar y disponibles con prontitud.
- (d) Las medidas en diferentes niveles de la jerarquía están alineadas y están integradas en las funciones de la organización.
- (e) Involucrar a los empleados en la formulación de estrategias e identificar las medidas de desempeño relacionadas.
- (f) La infraestructura de la organización fomenta el comportamiento deseado y respalda la operación del sistema de medida.
- (g) La eficacia del sistema y su contribución al desempeño general de la organización son revisado periódicamente para permitir cambios y mejoras.

Tsang (2000) refiere a la clasificación de las medidas de rendimiento de mantenimiento en tres categorías: estratégico las que se toman en selección de opciones de diseño para sistemas de gestión o productos a desarrollar, o planta y maquinaria para ser adquirido que sea compatible con la estrategia comercial de la organización; tácticos en la cual las decisiones se relacionan con la formulación de políticas para el uso efectivo y eficiente de los recursos disponibles; y operativas se toman para lograr un alto nivel de efectividad y eficiencia en el mantenimiento de las ocupaciones.

Para el autor la alineación entre estrategia, acciones y medidas de desempeño, son un principio básico en el diseño de los sistemas de medición del rendimiento. Siendo que el

análisis del rendimiento en las organizaciones es la medición y comparación de los niveles de logros de objetivos y relacionadas a cuestiones operacionales.

Para el autor el sistema de gestión del rendimiento del mantenimiento, deben plantear indicadores para los objetivos estratégicos; así tenemos:

- Nutrir una cultura organizacional que abarque la confianza mutua, el trabajo en equipo y el cambio. Indicadores que miden el progreso y la efectividad de las iniciativas de cambio.
- Desarrollar una fuerza de trabajo flexible y receptivo. Indicadores que miden las competencias del personal y el alcance de las necesidades de desarrollo del personal
- Contar con el cliente. Indicadores que mide la satisfacción del cliente.

Señalando como los hallazgos de esta investigación lo siguiente:

- Que las organizaciones de mantenimiento rara vez miden su desempeño utilizando un conjunto equilibrado de indicadores.
- No considerar la medición del rendimiento como una herramienta de gestión estratégica.
- Se ha propuesto el uso de cuadros de mando equilibrados impulsados por la estrategia para mejorar la eficacia de gestión del rendimiento de mantenimiento.
- Las observaciones de la investigación de acción indican que los cuadros de mando equilibrados iniciales desarrolladas por las organizaciones de mantenimiento son típicamente centradas en la máquina, ricas en medidas de resultado, pero pobres en impulsores del rendimiento, con un vínculo débil entre las medidas del cuadro de mando y la estrategia adoptada de la organización de mantenimiento.

- La gestión del rendimiento de mantenimiento se enfatiza en las organizaciones donde el mantenimiento se considera una inversión, y donde los gerentes tienen una mentalidad holística pero no solamente centrada en la máquina.
- El objetivo general de este proyecto de investigación es estudiar y desarrollar un marco para la gestión del rendimiento de mantenimiento en organizaciones.

(Tsang, 2000)

El autor plantea de acuerdo a su investigación que la aplicación del enfoque estratégico y holístico para gestionar la medida del rendimiento del mantenimiento, está sujeto a la disponibilidad de personal adecuados y organizaciones de mantenimientos sólidas.

Otra investigación que reviste importancia en relación al desempeño en los procesos, lo encontramos en la Universidad San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería, denominada Indicadores de **Clase Mundial** Utilizados como Herramienta de Control en la Gestión de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de equipo pesado, en Minería Subterránea de Oro del autor Otto Edmundo Soria Medina (2017); autor que realiza un análisis de los indicadores en la gestión del mantenimiento de clase mundial; en el que menciona:

“En Guatemala, en la última década, se ha desarrollado a grandes pasos la industria minera, y para ello el área de mantenimiento de Maquinaria pesada ha jugado un rol muy importante, desde el punto de vista de que del buen funcionamiento de esta área depende en gran parte la producción que se obtenga en el proyecto. Dicho funcionamiento se relaciona con varias áreas internas, la cual es medida en base a indicadores para reflejar la realidad en la que se encuentra la misma”. (Soria. O, 2017, p. XVII)

El autor, manifiesta que “una óptima gestión del mantenimiento se puede lograr a través de la generación, aplicación y evaluación de indicadores de gestión, a fin de llevar un control que permita minimizar los tiempos de entrega, lo que traerá como consecuencia mayor margen de ganancia o beneficio a través de mínimos costos operacionales.

Lo que se debe definir es, cuáles serán esos indicadores. Hay que tener cuidado en la elección, pues se corre el riesgo de utilizar como tales una serie de números que no nos aporten ninguna información útil. Se requiere tomar datos, procesarlos y obtener a cambio otra información. La magnitud de los indicadores sirve para comparar con un valor o nivel de referencia, con el fin de adoptar acciones correctivas, modificativas, predictivas, según sea el caso. Los indicadores de gestión aportan una visión completa que evalúa diversos aspectos de la gestión del Departamento”. (Soria O, 2017, p. XVIII)

“Debido a esto nace la necesidad de establecer un control eficiente, práctico y confiable, sobre el estado y rendimiento de las máquinas y lo que tenga relación al área de mantenimiento. Este control se puede llevar a cabo a través de los indicadores de gestión, que constituyen una herramienta muy útil y práctica para medir con números el estado en que se encuentran los procesos y/o trabajos realizados en la gestión”. (Soria O, 2017, p. XXI)

Por lo tanto, Soria, (2017) menciona que:

“Es necesario gestionar correctamente las necesidades y/o prioridades de la función de mantenimiento, para lograr los efectos adecuados, a través de la mejora en cuanto a eficacia y eficiencia de procesos. De esta manera alcanzar la excelencia operativa, cuyo fundamento básico se refiere a ofrecer servicios a un precio competitivo mediante el

equilibrio entre la calidad y funcionalidad, siendo la idea principal brindar el mejor costo total”.

De acuerdo al autor, expresa, que “las funciones del mantenimiento cubren dos dimensiones; primarias y secundarias, estas últimas demandan medios específicos como materiales, herramientas, instrumentos de medidas, capacitación de recursos humanos y el desarrollo de programas de mantenimiento. Los sistemas productivos requieren realizar un mantenimiento adecuado, con el fin de conservar sus procesos productivos. Por ello, hay que tener presente los aspectos técnicos, económicos y de organización referentes a esta función, que pertenecen a los recursos estratégicos de la Gestión del Mantenimiento, mediante los cuales se enfrentará el conflicto referido a la pérdida de productividad, para obtener un nivel aceptable de la misma y con esto contribuir al logro de la excelencia.

Por ello el mantenimiento debe gestionarse bien desde el momento de su concepción, hasta el último momento que es la entrega al cliente del producto, pasando obviamente por la ejecución de las tareas que son las que agregan valor. Es importante entender por gestión, el arte donde están implícitas las actitudes y aptitudes de los individuos, para lograr que las cosas se hagan y por la Gestión del Mantenimiento, la efectiva y eficiente utilización de los recursos materiales, económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos del mantenimiento.

La magnitud de los indicadores sirve para comparar con un valor de referencia con el fin de adoptar acciones correctivas, modificativas, predictivas según sea el caso. La confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad son prácticamente las únicas medidas técnicas y científicas, fundamentadas en cálculos matemáticos, estadísticos y

probabilísticos, que tiene el mantenimiento para su análisis. Los indicadores de gestión (planificación, ejecución, control y evaluación), son aquellos que normalmente interrelacionan dos valores, y nos aporta una visión completa que evalúa diversos aspectos de la gestión del departamento.

El autor menciona sobre los indicadores de clase mundial: Los indicadores de gestión de clase mundial se pueden utilizar para el análisis de factores que interrelacionan con la función de mantenimiento y permite resaltar las principales causas de falla de los equipos, rendimiento de la mano de obra y/o recursos, frecuencia de ocurrencia de averías con vistas a establecer mejoras en los planes de inspecciones y reparaciones correspondientes para el buen desempeño de la organización. Permiten de una forma práctica identificar las debilidades y fortalezas de nuestra área, para determinar las acciones a tomar en la mejora continua”.

El autor establece algunos criterios para plantear indicadores y para que un indicador de gestión sea útil y efectivo tiene que cumplir con una serie de características, estas se deben de cumplir a cabalidad para que con base en estos índices se puedan tomar las mejores decisiones, entre los criterios que destacan están los siguientes: ser relevantes, claramente definidos, comparables, fácil de comprender y usar y verificable. (Soria O, 2017, p. XXI)

El autor destaca los indicadores de clase mundial, entre los más utilizados tales como indicador de disponibilidad mecánica, indicador de utilización, indicador de tiempo medio entre fallas, indicador de tiempo medio para reparaciones, (pp. 16-31)

Del análisis del autor se puede auscultar como una cuestión importante para el estudio de que los indicadores formulados para las mediciones de la efectividad se tratan de indicadores tradicionales y de carácter prospectivo.

Los indicadores de efectividad contextualizan los indicadores de eficiencia y los de eficacia; tal como se conoce estos indicadores por su naturaleza aplican medidas correctivas y con experiencia y aproximaciones sucesivas convergen en la mejora continua de los procesos, lo que guarda cierta dispersión con indicadores líderes de eficacia que provee la medición de los indicadores.

Otra investigación sobre desempeño y medición del mantenimiento es la publicada por el Instituto de Ingeniería Universidad de Zaragoza, denominada “Maintenance performance metrics: a state-of-the-art review”, en español “métricas del rendimiento del mantenimiento: una revisión de vanguardia”, de los autores Uday Kumar, Diego Galar, Aditya Parida y Christer Stenstrom (2011) de la División de Ingeniería de Operación y Mantenimiento de la Universidad de Tecnología de Lulea, Suecia y Luis Berges, donde resumimos:

Los autores tienen como propósito de la investigación proporcionar una visión del desarrollo en la medición del rendimiento del mantenimiento, planteando que existen problemas en la medición del rendimiento en cuanto a la falta de estructuras y otras referencias necesarias para la medición; siendo el objetivo principal de la investigación conocer cómo se puede crear valor en las organizaciones midiendo el rendimiento del mantenimiento.

Los autores señalan dos cuestiones como parte del análisis de su investigación; primero que enfoques y técnicas se utilizan para la medición del rendimiento del mantenimiento

y segundo para la medición del rendimiento del mantenimiento que técnicas son óptimas para evaluar estrategias de mantenimiento.

Kelly y Harris, citado por Galar et al., (2011) manifiesta que el objetivo del mantenimiento consiste en que la planta funcione con disponibilidad, confiabilidad y calidad del producto entre otros, asegurando que la planta alcance su vida útil dentro del marco del medio ambiente y la seguridad, asegurando además el costo-eficacia en el mantenimiento y el uso eficiente de los recursos energía y materias primas.

Los autores manifiestan que la función del mantenimiento, antes era realizado por los mismos trabajadores, siendo más flexible y no se establecía parámetros definido, y sin prisa para que las maquinarias y equipos volvieran a funcionar, estas situación hoy a variado dado que el enfoque es mantener el equipo operativo y devolverlo a su usuario lo más pronto posible; por varias razones primero la competencia global hace que las empresas quieran mantener un máximo de su producción y se preocupan por hacer un seguimiento de los parámetros de sus equipos; segundo la función del mantenimiento ha crecido en términos de equipos y personas, siendo el mantenimiento una parte importante de este proceso.

Los autores sustentan, que los retos que deben afrontar hoy las empresas es elegir la mejor estrategia efectiva para mejorar las capacidades operacionales con el propósito de reducir los costos de mantenimiento y alcanzar la competitividad; debiendo evaluar su eficiencia y eficacia.

De acuerdo a los actores, las métricas del rendimiento del mantenimiento no deben usarse para recoger información de los trabajadores, respecto que ellos no están haciendo su trabajo, ni ser utilizados para satisfacer las necesidades de la organización

como para mostrar que la empresa está trabajando de manera excelente; sino más bien para establecer estrategias y ser competitivos; entendiendo el valor creado por el mantenimiento; así como para revisar las asignaciones de recursos.

Tsang, citado por Galar et al., (2011) menciona que en relación al desempeño del mantenimiento respecto a que las decisiones son necesarias para la optimización de la capacidad del equipo, el mismo que puede estar relacionada con la capacidad, la velocidad, la calidad, la seguridad y la capacidad de repuesta. Del mismo modo, los autores citan a Kelly (1989) donde afirma que: “el objetivo del mantenimiento es lograr el nivel de producción acordado y patrón de funcionamiento con un costo de recursos mínimo dentro las restricciones de la condición y seguridad del sistema”

Los autores mencionan que el desempeño del mantenimiento adecuadamente tiene como propósito el funcionamiento del sistema como su principal objetivo; debiendo garantizar la confiabilidad, disponibilidad, eficiencia y capacidad requeridas de todo el sistema de producción; así también garantizar la seguridad de la planta dentro de los límites estrictos y cumpliendo con los requisitos legales.

Parida y Kumar, citado por Galar et al., (2011), donde mencionan que, con los cambios actuales en el pensamiento estratégico de las organizaciones, el aumento del outsourcing y la separación de los fabricantes de equipos originales y activos propietarios, es cada vez más importante medir, controlar y mejorar el mantenimiento del rendimiento de los activos. Como la tecnología ha avanzado, varias las estrategias de mantenimiento han evolucionado, incluido el mantenimiento basado en la condición, predictivo, mantenimiento remoto, mantenimiento preventivo (PM), mantenimiento electrónico, etc.

De acuerdo a los actores los principales desafíos que enfrentan las organizaciones actualmente son elegir la más eficiente y estrategias efectivas para mejorar continuamente las capacidades operacionales, para reducir los costos de mantenimiento y para conseguir la competitividad en la industria; además de formular políticas de mantenimiento y estrategias para el mantenimiento de activos, es importante evaluar su eficiencia y efectividad.

Finalmente se sustraje de la investigación por los autores que si no es posible identificar las métricas adecuada para medir el rendimiento y además la información histórica de los resultados de la información son tardíos para la corrección, los resultados pueden ser contrarios a los esperado y el esfuerzo de implementar las estrategias no han sido consideradas para desarrollar un sistema de las métricas del mantenimiento eficiente y eficaz. (Galar et al., 2011)

Otro documento importante donde se asienta la base teórica sobre el desempeño organizacional, del cual se ha extraído del artículo “Anales de Economía Aplicada. XIV Reunión ASEPELT” por los autores Escuder Vallés, Roberto, del Departamento de Economía Aplicada, Méndez Martínez, Manuel, del Departamento de Dirección de Empresas y Méndez Martínez, Salvador (2000), del Departamento de Economía Aplicada, todos ellos de la Universidad de Valencia, sobre “la evaluación de la eficacia organizacional como indicador del grado de ajuste organizativo”; por la cual se comenta lo siguiente:

De acuerdo a los actores, el objeto del enfoque contingente es la comprensión del funcionamiento de las organizaciones bajo diversas condiciones, para luego poder establecer los diseños estructurales y las acciones directivas más adecuadas en las organizaciones; con el propósito de viabilizar la congruencia entre el diseño de una

organización y los factores de contingencia para un buen funcionamiento de la organización; a partir de ello, cabe formular la hipótesis de consistencia ampliada o de configuración extendida: basado en que la organización efectiva requiere un adecuado ajuste entre las variables de diseño y entre éstas condiciones y/o factores de contingencia.

Los actores observan un paralelismo entre los constructos de eficacia de la organización y grado de ajuste organizativo de esta, por lo que aportar indicadores sobre el grado de ajuste conseguido por la organización incide en la búsqueda de un mejor desempeño con el propósito de poder desarrollar una metodología que permita efectuar comparaciones entre las organizaciones en base a criterios objetivos. La variedad de concepciones sobre la organización y la eficacia organizacional permite comparar el concepto de ajuste organizativo con el de eficacia organizacional, comprendiendo las analogías existentes entre ambos conceptos y evaluando la posibilidad de equiparar la eficacia de la organización con el fin alcanzado por esta en sus componentes.

Lawrence y Lorsch (como lo citan Escuder et al., 2000), quienes afirman que “diferentes condiciones externas requerirán diferentes características de organización y modelos de comportamiento dentro de una organización eficaz”. En definitiva, para los autores no existe una única manera de organizar bien; por el contrario, las organizaciones necesitan ser sistemáticamente adecuadas a las condiciones ambientales. Podemos enunciar, pues, tres proposiciones fundamentales de la teoría de las contingencias:

1.3.2.1.1 La organización es de naturaleza sistémica: es un sistema abierto.

1.3.2.1.2 Las variables organizativas presentan complejas interrelaciones entre ellas y, a su vez, con las variables ambientales.

1.3.2.1.3 La estructura interna de la organización representa un conjunto combinado de tres tipos de relaciones: organización-ambiente, grupo-grupo, e individuo organización.

Galbraith, citado por Escuder et al., (2000) concluye que: “es necesario el cumplimiento de una serie de premisas para la obtención de la eficacia organizativa; tales como:

- El concepto de organización supone un conjunto de componentes que exceden el concepto de estructura.
- Los elementos componentes de la organización deben de llegar a un grado de ajuste satisfactorio.
- La organización eficaz es aquella que configura su estructura, prácticas directivas, sistema de recompensas, y prácticas de gestión de personal de modo tal que se consiga un encaje o ajuste con la ejecución de la estrategia de la empresa.”

Cameron y Whetten, citado por Escuder et al., (2000), manifiestan que:

“El constructor de eficacia organizacional no es fácil de determinar empíricamente porque, en definitiva, es la última variable dependiente en la investigación de organizaciones. La necesidad de demostrar que determinadas estructuras, sistemas de recompensas, estilos de liderazgos, etc. son mejores en algún sentido que otros, hace que la eficacia organizacional sea un tema central.

Los autores, concluyen que aportar indicadores sobre el grado de ajuste conseguido por la organización para la búsqueda de un mejor desempeño es un elemento necesario con el propósito de poder desarrollar una metodología que permita efectuar comparaciones entre las organizaciones basándose en criterios objetivos. Siendo aquí cuando se observa el

paralelismo existente entre los constructos de eficacia de la organización y grado de ajuste organizativo de esta. Por lo que contemplando ambas ideas conjuntamente propone algunas ideas de trabajo:

- La evaluación de la eficacia organizacional debe de realizarse mediante modelos e indicadores múltiples.
- La consecución de un grado de ajuste del diseño organizativo con los factores contingentes estimable aumenta la capacidad de la organización de alcanzar la eficacia organizativa.
- La eficacia organizativa puede considerarse un indicador relevante del grado de ajuste de diseño organizativo alcanzado por la organización. La eficiencia y eficacia de la empresa están correlacionadas de forma positiva y significativa con el ajuste entre la organización y las circunstancias que lo condicionan.” (Escuder et al., 2000)

Un tratado importante sobre eficiencia y eficacia internacional lo encontramos, en el libro de Robert L., Schalock Miguel Ángel, Verdugo Chun-Shin , Lee Tim, Lee Jos, Van Loon Kees Swart, Claudia Claes, (2015) de las Publicaciones de INICO - Instituto Universitario de Integración en la Comunidad Universidad de Salamanca, en el “Manual de la escala de eficiencia y eficacia organizacional” (OEES), Una perspectiva del enfoque sistémico para mejorar los resultados organizacionales; por el consorcio Internacional de investigación sobre Prácticas Basadas en Evidencias; donde los autores mencionan lo siguiente:

“La Escala de Eficacia y Eficiencia Organizacional (OEES; la Escala) fue desarrollada por el Consorcio Internacional de Investigación sobre Prácticas Basadas en la Evidencia (2013) [International Research Consortium on Evidence-Based Practices] para ayudar a

las organizaciones no lucrativas a afrontar la necesidad creciente de ser más eficaces en términos de lograr los resultados buscados, más eficientes en términos de utilización de recursos, y más sostenibles en términos de adaptarse al cambio y proporcionar una serie de oportunidades y prácticas sólidas de prestación de servicios. Con el propósito de obtener la mayor demanda de servicios en momentos que los recursos son más escasos dado la necesidad de construir capacidad en cuanto a la autoevaluación organizacional, planificación estratégica y evaluación del rendimiento”.

La *OEES* refleja una nueva generación de instrumentos de evaluación organizacional que se basan en una perspectiva de modelo lógico y se usan para múltiples propósitos relacionados con la autoevaluación, planificación estratégica, construcción de capacidad y evaluación del rendimiento. Como exponen Hanson et al. (citado en SchaLock et al., 2015, pp 34), “una perspectiva de modelo lógico incluye componentes de entrada, proceso y resultados”.

Responder con éxito a ser eficaces, eficientes y sostenibles; para la *OEES* requiere que la organización se embarque en una mejora continua de la calidad y transformación organizacional.

Para los autores las prácticas basadas en evidencia relacionadas con la evaluación del rendimiento se basan en la mejor evidencia disponible. Esta evidencia es información obtenida de fuentes creíbles que usan métodos fiables y válidos, y se basa en una teoría o base lógica claramente articulada y con apoyo empírico (Schalock et al., 2011). Los indicadores de evidencia evaluados en la *OEES* son medidas objetivas que se relacionan con los procesos y rendimiento de una organización. Estos indicadores basados en la literatura: (a) reflejan buenas prácticas en la prestación de servicios y apoyos a personas

con discapacidades; (b) incluyen estrategias de gestión que facilitan el crecimiento y logro de objetivos de una organización; (c) incluyen análisis económicos que mejoran la transparencia y rendición de cuentas de una organización; y (d) incorporan modelos lógicos de programas para mejorar la capacidad de una organización para la evaluación y producción de conocimiento. Las perspectivas de rendimiento e indicadores basados en evidencia evaluados en la OEES están referidos al cliente, el crecimiento, la economía y los procesos internos. Respecto a la perspectiva de crecimiento tiene como objetivo articular la misión y resultados buscados, formar parte de consorcios, desarrollar opciones de programas, emplear equipos de alto rendimiento, supervisar la satisfacción laboral y desarrollar programas de enriquecimiento laboral. Estos como parte de la perspectiva de lograr la eficacia de la organización.

Los autores plantean cinco indicadores de evidencia asociados con cada una de estas cuatro perspectivas de desempeño, mencionadas líneas arriba. Las puntuaciones de evaluación obtenidas de la OEES resultan en perfiles que resumen las puntuaciones de cada una de estas cuatro perspectivas de desempeño y los tres índices de evidencia; los cuales son definidos como: (a) un índice de eficacia basado en las medidas relacionadas con el cliente y el crecimiento organizacional; (b) un índice de eficiencia basado en medidas relacionadas con el análisis financiero y de procesos internos de la organización; y (c) un índice de sostenibilidad, que es la suma de los índices de eficacia y eficiencia. La importancia de estas cuatro perspectivas y tres índices es que no solo incorporan el énfasis actual en la evidencia y prácticas basadas en evidencia, sino que reflejan también un enfoque de cuadro de mando integral para evaluar y gestionar el rendimiento organizacional. (SchaLock et al., 2015, pp. 11-120)

Los autores ponen énfasis al desarrollo de recursos y mencionan que:

“La OEES proporciona un marco para el desarrollo de recursos relacionados con las perspectivas del consumidor, del crecimiento y del estado económico de la organización. En cuanto al consumidor, el desarrollo de recursos se mejora mediante el uso de tecnología para promover resultados personales positivos. En cuanto al crecimiento organizacional, el desarrollo de recursos se mejora mediante consorcios/colaboraciones, equipos de alto rendimiento y enriquecimiento laboral y en cuanto al estado económico de una organización, el desarrollo de recursos se mejora mediante el desarrollo de capital social, valoración de la tasa de coste en el tiempo, y análisis de la tasa de gastos generales para mejorar la eficiencia.

La ventaja de usar la *OEES* es que permite a las organizaciones poner en práctica un enfoque colaborativo de valoración y un enfoque basado en evidencia de la evaluación del rendimiento, ver la valoración del rendimiento desde múltiples perspectivas, o adoptar un enfoque de la mejora continua de la calidad y transformación organizacional. Finalmente, la transformación organizacional trata de mejorar la eficacia y eficiencia de las organizaciones y mejorar la calidad de aquellos a quienes atienden”. (SchaLock et al., 2015, pp. 11-120)

2.2.3 Técnicas para la mejora de procesos

Continuando con las bases teóricas de la investigación, en este acápite se trata de recoger teorías, métodos y herramientas que se han generado en el tiempo como técnicas recomendadas para la mejoras de proceso; dentro del enfoque descrito vinculada y relacionada a una aproximación a la eficacia en la gestión del mantenimiento mecánico de equipos pesados, en tal razón se trata de conceptualizar y mencionar tratados de diferentes investigaciones sobre las técnicas para la mejora de las producción, entre las que podemos citar: El Mantenimiento

Productivo Total; Lean Six Sigma, Mejora Continua, Rediseño de Procesos, Reingeniería de Procesos, El Balance Score Care, Just an Time, La Producción Esbelta, Cero defectos, las 5 eses, entre otras; pero que son estas técnicas aplicadas a las mejoras de procesos; los diferentes autores lo definen como: Técnica de mejoras de procesos que tiene como propósito coadyuvar a la elevación del estándar de los procesos, aplicando ordenada y sistémicamente diferentes pasos de acuerdo a la técnica, que permita impulsar una mejorar progresiva al performance de los procesos hasta el nivel de medición óptima.

Como base applicativa, específicamente a las aristas técnicas para la mejora de procesos, se ha referenciado la tesis de Post Grado de la Universidad Nacional de Ingeniería del Perú, en el desarrollo del tema de la actividad de mantenimiento de equipos de movimientos de tierra cuyas características de trabajo se encuentran relacionada a los equipos pesados. El tema de investigación titulada “Gestión del mantenimiento de equipos en proyectos de movimientos de tierra” donde Chau Lam (2010) menciona la técnica del:

Mantenimiento Productivo Total (TPM). Explica que, dentro del negocio de movimientos de tierra, la maquinaria pesada interviene aproximadamente entre un 20% a 50% del costo total de operaciones, por ello las empresas que se encuentran en la competencia de este mercado, debe asegurar reducir los costos operativos y financieros que le permitan mantenerse en carrera.

Ser eficientes y eficaz significa obtener las metas con la optimización de recursos, a través de herramientas de gestión confiables.

La meta planteada en la investigación consiste en describir una metodología de planeamiento y control que permita tomar mejores decisiones, relacionando los

conceptos operativos, determinando los lineamientos básicos del planeamiento de equipos e identificando la potencialidad de la automatización de las herramientas.

Chau Lam (2010) expresa que: “el ambiente empresarial sufre constantes transformaciones que obliga a las empresas a definir claramente como analizar y evaluar su proceso de negocios a través de la medición de su desempeño con herramientas de gestión, que les permita finalmente explotar sus activos con eficiencia, eficacia y efectividad”. Chau Lam (2010). Este estudio responde a la necesidad de conocer los criterios básicos respecto al mantenimiento de equipos pesados y establecer una metodología que muestre indicadores de fácil comprensión para la toma de decisiones, con el propósito de optimización de sus operaciones.

En esta investigación el autor hace alusión a la metodología de mejoramiento continuo tomando como base el método de mantenimiento productivo total (TPM), que abarca la participación de personal de producción y supervisión en el mantenimiento de los equipos, buscando la máxima efectividad y disponibilidad durante su vida útil.

Bajo este marco se considera cinco actividades esenciales para realizar un TPM, en lo siguiente:

1. Mejorar la efectividad de los equipos; lo que implica mejorar la competitividad del área de mantenimiento elevando la disponibilidad de los equipos, la eficiencia de los equipos y aumentando el tiempo efectivo de operación.
2. Implantar una cultura de mantenimiento desde el operador; A través de políticas que involucren a los operadores como los primeros gestores de un programa de mantenimiento, reconocimiento de las limitaciones y necesidades de los equipos, respetando los mantenimientos programados en el tiempo indicado.

3. Implantar un sistema adecuado para la administración del mantenimiento. Significa evaluar e implementar una herramienta informática de gestión que automatice y ordene los procesos, la que deberá estar a medida del volumen y nivel de detalle que se necesita en la administración.
4. Establecer programas de capacitación para mejorar los conocimientos y destreza de los operadores y personal de mantenimiento.

El autor menciona que no se puede exigir a quien no conoce del tema, por ello es importante dentro del TPM la capacitación continua de los involucrados dentro de los procesos productivos, de tal forma que cada individuo de la organización comprenda el alcance y consecuencia del trabajo que realiza.

5. Diseñar un plan de reposición de equipos o componentes para brindar la confiabilidad, mantenibilidad y ciclo económico de la vida del equipo.

Chau Lam (2010) resalta que el principal activo de toda empresa es el personal que la conforma, más aún si la prestación de servicios es lo que se vende, por lo tanto, ninguna herramienta por muy potente que sea no servirá mientras las personas que la manejan no sean las idóneas. La gestión del mantenimiento tiene que estar precedida por la gestión del conocimiento, que permitirá a la empresa administrar el conocimiento clave del planeamiento y programación del mantenimiento de los equipos. Como parte de la gestión del mantenimiento el estudio considera la intervención de los Recursos humanos capacitado y motivado; más aún con el actual desarrollo de la electrónica y sistemas en la maquinaria pesada, los equipos han transformado gran parte de sus componentes en sistemas electrónicos. Este

continúo cambio de tecnología debe guiar a desarrollar políticas de capacitación de personal que equilibre las necesidades del personal.

“La gestión de mantenimiento en una empresa debe estructurarse dentro del plan estratégico de la empresa (a nivel de accionistas y directivos a largo plazo), para establecer un planeamiento específico (a nivel de la gerencia a mediano plazo) y un planeamiento operativo (a nivel de las jefaturas en corto plazo); esto permitirá establecer los objetivos, las metas, las actividades a realizar y finalmente determinar los indicadores que medirán el cumplimiento de los planes trazados”. (Chau, 2010, pp.131)

Otra lectura sobre el MPT, la encontramos en la Revista de la Facultad de Ingeniería, Universitaria de Antioquia, donde se publicó un artículo titulado sobre “Factors related with success of total productive maintenance” en español: Factores relacionados con el éxito del mantenimiento productivo total, cuyo autor Jorge Luis García Alcaraz (2011) conceptualiza lo siguiente:

“El TPM es en la actualidad uno de las herramientas fundamentales para lograr la eficiencia y competitividad, lo que supone cumplir con especificaciones de calidad, tiempo y costo de la producción y generalmente se ejecuta conjuntamente con TQM (Total Quality Management), el cual se fundamenta en la búsqueda permanente por mejorar los rendimientos de procesos y los medios de producción.

TPM es altamente eficaz en empresas que cuentan con muchas operaciones automáticas y secuenciales (empresas intensivas en el uso de maquinaria), ya que combina un conjunto de actividades y técnicas para lograr un mejor aprovechamiento de la capacidad de producción instalada, sin requerir grandes inversiones.

TPM no es una idea nueva, es simplemente el siguiente paso en la evolución de las buenas prácticas de mantenimiento y algunas ocasiones se confunde entre el mantenimiento predictivo PM (preventivo, predictivo y proactivo) y TPM. TPM proporciona un acercamiento comprensivo del ciclo de vida del producto y del equipo, lo que reduce al mínimo el número de fallas del mismo, defectos de producción y accidentes. Es una estrategia agresiva que se centra en mejorar la función y el diseño del equipo e integra a cada persona en la organización, desde la gerencia, incluyendo mecánicos de Producción e incluso a los proveedores”. (García J., 2011, pp. 129 – 140)

Existen otras técnicas que se desarrollan tomando como base la concepción de los sistemas esbeltos, con el propósito de entregar servicios en el tiempo oportuno y a precios razonables y la calidad requerida, dentro de este concepto los factores de la producción en los procesos de mantenimiento deberían ser evaluados, así la necesidad de trabajadores con capacidad y en trabajo de equipo, e incentivos a las labores desarrolladas; requerimientos suficientes de inventarios entre otros, de la Revista de Ciencias Estratégico Medellín. Colombia, el Impacto de la Estrategia de Calidad en el desempeño de la Organización; el autor Eric Arturo Smith Ramírez (2016), en su investigación menciona entre los sistemas esbeltos los siguientes:

Sistema Justo a Tiempo (JIT). Que básicamente elimina los desperdicios, reduciendo el exceso de capacidad o inventario, eliminando las tareas que no agregan valor, de acuerdo a los autores Krajewski, Ritzman, y Malhotra citados por el autor, individualizan ocho tipos de desperdicios, tales como Sobreproducción, Procesamiento inapropiada, Espera, Transporte, Movimiento, Inventario, Defectos y subutilización de empleados; concluyendo que al destacar las áreas que se necesitan mejorar, los sistemas esbelto llevan a la mejora continua en calidad y productividad.

De acuerdo a lo conceptualizado por los autores Richard B. Chase y F. Robert Jacobs (México, 2014) Justo a tiempo significa producir lo que se necesita cuando se necesita y no más. Cualquier cantidad que exceda el mínimo requerido se considera un desperdicio, porque se invierte esfuerzo y material en algo que no es necesario en ese momento. Este enfoque contrasta con el almacenamiento de material adicional por si algo sale mal.

Mantenimiento preventivo total (TPM). Definido también por los autores Krajewski, Ritzman y Malhotra, llamado también mantenimiento productivo total, tiene como principio reducir la frecuencia y duración de la descompostura, luego de realizar actividades de mantenimiento los técnicos pueden probar otras partes de las maquinas que quizás necesiten reemplazo, dentro de esta filosofía otra táctica es responsabilizar a los operadores del mantenimiento rutinario respecto a tareas sencillas y generales, como lubricaciones menores y ajustes. Para la mejora a largo plazo se pueden recolectar datos para establecer tendencias en los patrones de falla de las máquinas, las cuales se analizan después de establecer mejoras estándares y procedimientos para el mantenimiento preventivo. Los datos también pueden proporcionar la historia de los fallos y los costos incurridos.

El sistema de producción Toyota. Es un ejemplo de sistema esbelto, aunque la mayoría de personas externas ven el sistema de producción Toyota como un conjunto de herramientas y de procedimientos observables, aunque son importantes para el éxito del SPT, no son la clave, lo que no se ve es que Toyota mediante la mejora continua forma una organización que ha aprendido a lo largo de 50 años los sistemas esbeltos, reflejados en los estímulos a los empleados para que experimenten mejores maneras de

hacer su trabajo, estableciendo todas sus operaciones como experimentos y enseña a los empleados de todos los niveles como utilizar el método científico para la solución de problemas.

La base del SPT está formada por cuatro principios:

- Primero todo el trabajo debe estar completamente especificado en cuanto a contenido, secuencia, tiempo y resultado.
- Segundo, cada conexión cliente proveedor debe ser directa, no ambigua, especificar las personas involucradas, la forma y la cantidad de los servicios o bienes que se proporcionan, la manera de que cada cliente hace los pedidos y el tiempo esperado en que se cumplirán estos.
- Tercero, la ruta de cada servicio y producto debe ser sencilla y directa.
- Cuarto principio es que cualquier mejora debe hacerse con el método científico.

Estos principios especifican la forma de trabajar los empleados, como interactúan y como están diseñados los flujos de trabajo; siendo estas especificaciones en realidad hipótesis acerca de la manera en que el sistema debe trabajar; si algo saldría mal en una estación de trabajo varias veces, la hipótesis de los métodos que usa el empleado se rechazan; por lo tanto cualquier mejora debe hacerse de acuerdo al método científico, bajo la guía de un maestro en el nivel organizacional más bajo posible. Si se hace los siguientes cambios específicos, se espera lograr los resultados específicos. La hipótesis debe probarse en una variedad de condiciones. (Smith, 2016)

De la revista Estudios Gerenciales, se presenta el artículo denominado “Modelo Tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six sigma”, cuyo artículo es

escrito por los autores Olga Lucía Mantilla Celis y José Manuel Sánchez García (2012), del cual resumimos:

El presente artículo refiere un modelo de mejoramiento de procesos logísticos en la cadena de suministros, cuyo propósito es hacer más eficientes las operaciones logísticas a través de la reducción de la variabilidad y el desperdicio en la cadena de valor, sin perder de vista al cliente para ofrecerle un mejor servicio y a su vez reducir costos. Melton (como se citó en Mantilla y Sánchez 2012) quien presenta que sólo el 5% de las actividades de las empresas agregan valor y el 60% no agrega valor del todo; Taj y Berro (como se citó en Mantilla y Sánchez 2012) afirman que las empresas de manufactura desperdician alrededor del 70% de sus recursos; Jones, Hines y Rich (como se citó en Mantilla y Sánchez 2012) reclaman que para muchas organizaciones menos del 10% de las actividades agregan valor y casi un 60% no agregan ningún valor, y Jahnukainen y Lahti (como se citó en Mantilla y Sánchez 2012) afirman que la porción de tiempo en la que realmente se agrega valor en la cadena de suministros está entre 0.05%–5% del tiempo de entrega, y que las actividades de manufactura conforman una tercera parte del tiempo productivo de la misma, empleándose el resto del tiempo en procesamiento de órdenes, ingeniería, compras, instalación y esperas.

Manufactura esbelta. La manufactura esbelta es una filosofía de producción que tuvo sus orígenes en Japón con el sistema de producción Toyota, cuyos objetivos principales son la eliminación del desperdicio y la creación de valor. (Manotas y Rivera, 2007).

La producción esbelta ha sido definida de múltiples formas. Entre estas definiciones se encuentra a Shah et al. (2007), donde nos menciona que “la manufactura esbelta es un sistema integrado que permite lograr la producción de bienes y servicios con el mínimo

costo” (Mantilla y Sánchez, 2012, p.27). También es frecuentemente asociada con la eliminación del desperdicio especialmente donde hay exceso de inventarios y de capacidad, con el fin de minimizar los efectos de la variabilidad en la cadena, tiempo de procesamiento o la demanda.

Para comprender el pensamiento esbelto; Womack (como se citó en Mantilla y Sánchez 2012), define sus principios:

- “Valor: el valor es creado por la empresa, pero debe ser definido por el cliente.
- Flujo del valor: consiste en identificar la cadena de valor y hacer que el valor creado se mantenga en el flujo.
- Flujo: sistema de producción pull (halar) desde el cliente.
- Perseguir la perfección: dirigir y gestionar hacia la perfección.”

Melton, citado por Mantilla y Sánchez (2012), manifiesta que:

“Entre los beneficios de aplicar el pensamiento esbelto están: reducción del tiempo de entrega a los clientes, reducción de inventarios, reducción del desperdicio, ahorros financieros, reducción de trabajos y entendimiento de los procesos.”

Para la aplicación del pensamiento esbelto es necesario identificar en la cadena de suministro las actividades de conversión y actividades de flujo. Las actividades de conversión son las que agregan valor a la materia que será convertida en producto, y las actividades de flujo son las que no generan valor, pero son la liga entre las actividades de conversión. Un objetivo fundamental en la logística esbelta es reducir o eliminar las actividades de flujo.

Para Jones et al. (como se citó en Mantilla y Sánchez 2012), “La logística esbelta se entiende como la dimensión logística de la manufactura esbelta, la cual provee un nuevo

marco para el pensamiento acerca de la cadena de suministros, siendo su principal enfoque la creación de valor.”

Seis Sigma. Arnheiter y Maleyeff, citado por Mantilla y Sánchez; (2012) mencionan que:

“Seis sigmas es una metodología rigurosa de mejoramiento desarrollada por Motorola en los años 80, cuyo principio fundamental es el enfoque al cliente. Utiliza el proceso DMAIC y métodos estadísticos con el fin de: Definir los problemas y situaciones a mejorar, Medir para obtener información y datos, Analizar la información recolectada, Implementar mejoras a los procesos y finalmente, Controlar los procesos o productos con el objetivo de alcanzar resultados sostenidos, lo que a su vez genera un ciclo de mejoramiento continuo”. (Mantilla y Sánchez, 2012, pp 54)

De acuerdo a Harry y Schroeder (como se citó en Mantilla y Sánchez 2012) “Se pueden encontrar múltiples fuentes primarias que proveen los conceptos y la metodología seis sigma”, sin embargo, en el mundo de los negocios de acuerdo a Hoon y Anbari (como se citó en Mantilla y Sánchez 2012), seis sigma se define como una “estrategia usada para mejorar las utilidades del negocio y mejorar la efectividad y eficiencia de todas las operaciones, con el propósito de lograr o exceder las necesidades o expectativas de los clientes”.

Como lo indica De Feoy Barnard (como se citó en Mantilla y Sánchez 2012),

“Alrededor de dos terceras partes de las organizaciones en la revista Fortune utilizaron iniciativas seis sigmas con el fin de reducir costos y mejorar la calidad. La implementación de seis sigmas impacta positivamente muchos aspectos críticos de la calidad y satisfacción del cliente”.

De acuerdo a Kapur y Feng (2005), citado & Feng y Manuel (2009) manifiesta que: Una de las ventajas de la metodología seis sigmas sobre otros programas de mejoramiento, es que permite remover con exactitud problemas y demostrar los mejoramientos a través del uso de herramientas estadísticas. También, en su enfoque estadístico, seis sigmas pretenden un manejo eficiente de datos para brindar un mejor producto y/o servicio, a través de la eliminación de la variabilidad en los procesos y el logro de un nivel de defectos menor o igual a 3.4 Defectos Por Millón de Oportunidades (DPMO).

Los esfuerzos en seis sigmas se enfocan en tres aspectos principales: mejorar la satisfacción del cliente, reducir los tiempos de ciclo y reducir los defectos.

Para implementar exitosamente seis sigmas, Michael (como se citó en Mantilla y Sánchez 2012) sugiere: “Centrarse en el cliente, usar el mejor talento, compromiso de los líderes de la organización y disponer del soporte necesario a través de una adecuada estructura de los actores con roles específicos”.

Finalmente, “se encuentra que seis sigmas es útil e importante en la cadena de suministros porque a través del uso intensivo de herramientas estadísticas se pueden identificar los procesos clave de la organización que requieren mejoras, y que de una u otra forma afectan la satisfacción del consumidor frente al producto o servicio ofrecido”. (Mantilla y Sánchez, 2012, pp.23-43)

Lean Six Sigma. “A lo largo de los años se han desarrollado metodologías y filosofías con el fin de maximizar el valor para las empresas, sin embargo, los enfoques y objetivos de estas metodologías y filosofías han sido limitados al área productiva, al igual que sus herramientas.” (Mantilla y Sánchez, 2012, p.28)

“Lean Six sigma es una filosofía y metodología que combina la manufactura esbelta con seis sigmas, y establece cómo mejorar los procesos en una forma que involucra los costos de la mala calidad, procesos fuera de control, el desperdicio y los factores críticos de los requerimientos de los clientes”. (Mantilla y Sánchez, 2012, p.28)

Como lo expresa Spector, citado por Mantilla y Sánchez (2012), que:

“El pensamiento esbelto y seis sigmas son dos de las técnicas más efectivas de mejoramiento disponibles hoy día, sin embargo, muchas empresas siguen luchando para aprovechar una o dos disciplinas para lograr los resultados deseados.

La conveniencia de la aplicación conjunta del pensamiento esbelto y seis sigmas es poder alcanzar los mejores resultados que ofrecen cada una de las filosofías, como lo afirman Hoon et al. (2006) en sus recomendaciones para el futuro de seis sigmas”.

(Mantilla y Sánchez, 2012, p.28)

Es evidente que el alcanzar la eficacia organizacional tiene como una arista importante, la elevación de los procesos pudiendo este ir desde una mejora continua hasta la reingeniería de procesos, de acuerdo al alcance que quiere lograr la organización concordante a sus condiciones.

El mejoramiento de los procesos de gestión del mantenimiento con el propósito de alcanzar un grado de eficacia que haga compatible a la empresa postula a revisar los procesos críticos y a su desarrollo más inmediato para la organización; al respecto y como parte del marco teórico, debemos citar una publicación en la Revistas Estudios Gerenciales de los autores Lupita Serrano Gómez y Néstor Raúl Ortiz Pimiento (2012), docentes de universidades Colombianas cuyo artículo se titula “Una Revisión de los modelos de Mejoramiento de procesos con enfoque en el rediseño” los autores mencionan que:

“La revisión de la literatura sobre los diferentes modelos para el mejoramiento de procesos desarrollados como elemento clave para alinear las operaciones de las empresas con sus prioridades estratégicas, tiene como objetivo el de proporcionar información útil sobre la anatomía de la literatura en esta área de conocimiento, presentando un marco unificado de los artículos explorados cronológicamente, a partir de los tres principales enfoques para el mejoramiento de procesos. El análisis se centra en 11 modelos con un enfoque en el rediseño y examina las características subyacentes y la metodología estructurada, los aportes y diferencias entre los constructos manejados por sus autores, adicionalmente, se revisan los aspectos positivos y aquellos que pueden ser complementados para mejorar su aplicabilidad en las empresas”. (Lupita Serrano Gómez y Néstor Raúl Ortiz Pimiento, 2012, Revistas Estudios Gerenciales “Una Revisión de los modelos de Mejoramiento de procesos con enfoque en el rediseño”). Respecto al aporte de los autores proporciona una idea general de los modelos de mejoramiento de procesos, particularmente de un análisis del enfoque del rediseño de procesos, sus estructuras metodológicas, ventajas y desventajas.

Para comprender esta investigación citaremos algunos constructos recogidos de los autores, así tenemos:

La contextualización; refieren los autores que: “para referirse a las mejoras por procesos, se debe partir de la definición de qué se entiende por proceso y cómo se organizan dichos procesos en las empresas, para llevar a cabo su planificación, control y mejora.”

Destacan que “todas las definiciones comparten aspectos comunes, de los cuales se pueden identificar: la determinación clara de las entradas y las salidas del sistema, la

identificación de las actividades que se relacionan para lograr el resultado deseado, la utilización de diversos recursos para la transformación y la búsqueda de la agregación de valor para lograr cumplir a cabalidad los requisitos del cliente interno o externo.

Respecto a la Metodología de la investigación; los autores definieron la metodología cualitativa de la investigación, conforme lo mencionan “cumpliendo con una rigurosa descripción contextual de la situación objeto de estudio para el mejoramiento de procesos, buscando obtener la realidad de la manera más objetiva posible y recolectando de manera sistemática la información de las bases de datos, para permitir un análisis válido con suficiente potencia explicativa. Los autores estructuraron cuatro pasos para llevar a cabo la revisión”, utilizando el método planteado por Miles y Huberman (1994) para organizar los modelos de mejoramiento de procesos. Todo ello, apoyado en el ciclo iterativo-deductivo-inductivo planteado por Pettigrew (1997), la estrategia que se abordó para llevar a cabo la investigación contempló cuatro pasos.

Como parte de su marco teórico, Ortiz y Serrano (2012), nos comenta que: “ha tomado la propuesta realizada por Childe, Maull y Bennet (1994), la cual visualiza tres enfoques para llevarla a cabo: el incremental, el rediseño y el de reingeniería. En estos tres niveles que proponen los autores, se observan diferentes grados en el cambio, en el riesgo asumido y en el soporte de tecnologías requeridas, así como en el impacto de estos tres niveles en términos de resultados, en lo relacionado al tiempo y a los costos y en el involucramiento de la alta dirección y de todo el personal para lograr la mejora de procesos.” Es así como, se da una estructura según el nivel de mejoramiento, así tenemos:

- a. **Mejora de procesos a nivel incremental.** “Se hace especial referencia, al llamado Kaizen, el cual es una derivación de dos ideogramas japoneses: kai que significa «cambio» y zen que significa «el bien para mejorar»” (Newitt, 1996) y que se ha definido como una filosofía de mejora, que requiere que todas las personas, todos los días, en todos los lugares, puedan y deban mejorar. Imai (1986, 1998), como pionero de este enfoque, logra identificar y organizar las estrategias clave para el mejoramiento de los procesos productivos, de tal forma que a través de la aplicación del sistema de gestión Kaizen, las empresas puedan realizar mejoras en las prácticas existentes, día a día, que redunden en el rendimiento de la compañía y que consigan incrementar los beneficios para lograr ser altamente competitivas. Todo esto sustentado en sus dos pilares fundamentales: la gente y la estandarización de procesos, pues su práctica requiere de un equipo integrado por personal de los diferentes procesos de la empresa (producción, mantenimiento, calidad, ingeniería, compras, etc.) y de la aplicación de técnicas para mejorar los procesos de manufactura mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad y de los métodos de trabajo por operación, el análisis del layout y la eliminación del desperdicio, buscando como objetivo final el incremento de la productividad empresarial.
- b. **Mejora de procesos con un enfoque en el rediseño.** De acuerdo a los autores, el otro enfoque que se ha dado en el mejoramiento de procesos es el relacionado con la perspectiva del rediseño de procesos, que busca satisfacer los requisitos de los clientes y garantizar que la transformación del input en output se realice de una mejor forma, más rápida y más económica (Davenport y Short, 1990). Las

características del rediseño se centran en la descripción de los procesos, la actuación en procesos clave y en el análisis del valor de cada fase, buscando lograr los resultados esperados, reduciendo los tiempos de ciclo, mejorando la cadena de valor y la competitividad.

- c. **Mejora de procesos radical denominada reingeniería.** El tercer enfoque descrito se relaciona con la reingeniería (Business Process Reengineering [BPR]). Cuando se habla de reingeniería de procesos se hace referencia a replantear, desde una base inicial, la forma en que se hacen las cosas. Según lo descrito por Hammer (1990), esto tiene por objeto el cuestionamiento fundamental y el rediseño radical de procesos de negocio, para lograr mejoras drásticas en el rendimiento. Este enfoque se basa en la premisa de que la mejora continua no obtendrá los grandes avances que las empresas necesitan para seguir siendo competitivas en el mercado global. Por esto, se la conoce como una perspectiva de innovación radical que define una nueva forma de operar con un alto grado de cambio, con expectativas de nuevos y mejores resultados, lo cual hace que tanto el riesgo como el costo y el tiempo asociados a la reingeniería sean muy altos y muy largos, respectivamente.

Conforme exponen los autores, “los avances en las tecnologías de información y la comunicación, la creciente globalización, la competencia y las exigencias de los clientes, especialmente, han intensificado la necesidad de mejorar el rendimiento de las empresas. Si bien la filosofía de mejora continua con enfoque incremental ha ayudado en la consecución de aportes significativos en la calidad de los productos, este enfoque ha recibido diferentes críticas, que señalan que su perspectiva es limitada, lenta e incluso arriesgada porque se puede correr el riesgo de un estancamiento en la actuación

de la organización” (Knorr, 1991; Burdett, 1994). “Igualmente, el enfoque de la reingeniería tampoco ha tenido gran acogida debido a su concepción, pues se centra en los cambios radicales, en lo táctico y en lo operativo, dejando atrás lo estratégico, lo que puede ser causa del fracaso” (King, 1994).

“La mejora de procesos centrada en el rediseño es el enfoque que permite dar respuesta a los cambios que ocurren en el ámbito empresarial, de tal manera que, a través de la revisión y el aprendizaje continuo de las mejores prácticas, se logre el rediseño de los procesos ya obsoletos o poco funcionales. Esto conlleva un rendimiento superior en términos de eficiencia, eficacia y flexibilidad por medio de la simplificación o reducción de la complejidad del proceso; la eliminación de actividades que no agregan valor; la reducción del tiempo de ciclo de los procesos; la eliminación de reproceso y errores; la estandarización de actividades; la optimización de recursos, y la automatización de actividades, entre otros aspectos, con el fin de impactar positivamente en la satisfacción del cliente.” (Harrington, 1995, pp. 14)

También diversos enfoques de gestión con énfasis en las personas permitieron, de alguna manera, orientar la organización hacia los procesos y hacia gestionar de tal forma que se generara mayor beneficio empresarial. Es así como la teoría general de sistemas (Bertalanffy, 1976), con su enfoque holístico, que tiene en cuenta las entradas (input) al sistema, la transformación que se les realiza y las salidas (output), hace que se vincule y se relacione directamente el concepto de sistema con el de proceso. Se encuentran importantes exponentes en el tema, tales como: Davenport y Short (1990); Harrington (1993); Elzinga et al. (1995); Zairi (1997); Lee y Chuah (2001) y Chan y

Spedding (2003) que han hecho grandes aportes al mejoramiento de procesos con enfoque en el rediseño (BPR).

El rediseño de procesos es a menudo la única manera de mejorar el rendimiento de los procesos, ya que por medio de este se pueden eliminar las actividades que no añaden valor y, a la vez, reducir los costos y los retrasos, ayudando a las compañías a lograr innovaciones en los procesos como lo menciona Hammer, 2007. Citado por Ortiz y Serrano, (2012)

Son citados como otros indicadores, los siguientes: Efectividad total del equipo, Capacidad efectiva, Disponibilidad operacional, Indicadores Financiero, tal como el Valor Económico Agregado y la tasa de retorno del Capital Empleado. (Ortiz y Serrano, 2012 pp. 13-22)

2.3 Marcos Conceptuales o Glosario

- **Gestión del mantenimiento.** - Es fundamental para garantizar la conservación de la actividad operativa, evitando interrupciones en el proceso por averías de máquinas y equipos.
- **Eficacia del mantenimiento.** - Es la capacidad de lograr los objetivos y metas programadas con los recursos disponibles en un tiempo predeterminado.
- **Mantenimiento preventivo.** - Es la intervención periódica y programada que permita la conservación de equipos a través de la realización de actividades básicas que permitan su buen funcionamiento y fiabilidad.

- **Mantenimiento correctivo.** - Es aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos
- **Mantenimiento predictivo.** - Son acciones que se toman y técnicas que se aplican con el objetivo de detectar posibles fallas y defectos de maquinaria en las etapas incipientes para evitar que estos fallos se manifiesten en uno más grande durante su funcionamiento.

Capítulo 3. Hipótesis y Variables

En este acápite la investigación trata de expresar la relación existente entre dos variables que conducen la investigación, como son los referidos a la eficacia de los procesos técnicos de mantenimiento de equipos pesados que actúa como variable independiente (VI) y la efectividad en la realización de los servicios de mantenimiento que actúa como variable dependiente (VD).

3.1 Hipótesis General

El nivel alcanzado de eficacia de los procesos técnicos, se encuentra relacionados al nivel de efectividad de los servicios realizados, en la gestión de las empresas de mantenimiento de equipos pesados.

3.1.1 *Hipótesis Nula*

H₀: La eficacia de los procesos técnicos, no se relacionan con la efectividad de los servicios realizados, en la gestión de las empresas de mantenimiento de equipos pesados.

3.1.2 *Hipótesis Alternativa*

H₁: La eficacia de los procesos técnicos, se relacionan con la efectividad de los servicios realizados, en la gestión de las empresas de mantenimiento de equipos pesados.

3.2 Hipótesis Específicas

La importancia de las hipótesis específicas es que permite al demostrar todas ellas, se valide automáticamente la hipótesis general de la investigación; con ese propósito se ha planteado seis hipótesis específicas que evidentemente se desprenden de la hipótesis general.

3.2.1 Hipótesis Específica 1: Proceso de recepción

Esta es una de las hipótesis específicas que busca demostrar que la gestión en el proceso de recepción, esta relacionados a la eficacia, en el mantenimiento de equipos pesados de las empresas.

H₀: “El proceso de recepción no se relaciona con la eficacia de los servicios realizados, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados.”

H₁: “El proceso de recepción se relaciona con la eficacia de los servicios realizados, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados.”

3.2.2 Hipótesis Específica 2: Proceso de diagnóstico

Esta es una de las hipótesis específicas que busca demostrar que la gestión en el proceso de diagnóstico, esta relacionados a la eficacia, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados.

H₀: “El proceso de diagnóstico no se relaciona con la eficacia de los servicios realizados, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados.”

H₁: “El proceso de diagnóstico se relaciona con la eficacia de los servicios realizados, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados.”

Hipótesis Específica 3: Proceso de Intervención

Esta es una de las hipótesis específicas que busca demostrar que la gestión en el proceso de intervención, esta relacionados a la eficacia, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados.

H₀: “El proceso de intervención no se relaciona con la eficacia de los servicios realizados, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados”

H₁: “El proceso de intervención se relaciona con la eficacia de los servicios realizados, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados”

3.2.3 *Hipótesis Específica 4: Proceso de verificación*

Esta es una de las hipótesis específicas que busca demostrar que la gestión en el proceso de verificación, está relacionado a la eficacia, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados.

H₀: “El proceso de verificación no se relaciona con la eficacia de los servicios realizados, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados.”

H₁: “El proceso de verificación se relaciona con la eficacia de los servicios, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados.”

3.2.4 *Hipótesis Específica 5: Procesos integrales*

Esta es una de las hipótesis específicas que busca demostrar que la gestión de los procesos integrales, esta relacionados a la eficacia, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados.

H₀: “La gestión de los procesos integrales no se relaciona con la eficacia de los servicios realizados, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados.”

H₁: “La gestión de los procesos integrales se relaciona con la eficacia de los servicios realizados, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados.”

3.2.5 Hipótesis Específica 6: Efectividad de los mantenimientos

Esta es una de las hipótesis específicas que busca demostrar que la efectividad de los servicios está relacionada con la eficacia de los procesos técnicos, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados.

H₀: “La efectividad de los servicios realizados no se relaciona con la eficacia de los procesos técnicos, en la gestión de mantenimientos de las empresas de equipos pesados.”

H₁: “La efectividad de los servicios realizados se relaciona con la eficacia de los procesos técnicos, en la gestión de mantenimientos de las empresas de equipos pesados.”

3.3 Identificación de Variables

La investigación, identifica dos variables que trata de relacionarlas, con el objetivo de poder medir por un lado la eficacia de los procesos técnicos del mantenimiento y por otro el nivel de efectividad en la ejecución de los servicios de mantenimiento de equipos pesados; cada uno de los factores que inciden en el proceso técnico de mantenimiento ha sido consideradas como sub variables; así podemos enunciar:

3.3.1 Variables Independientes

VI: Eficacia de los procesos técnicos de mantenimiento de equipos pesados.

Definición conceptual:

Referida a los procesos técnicos del mantenimiento, que son las secuencias sistemáticas que se deben realizar en los trabajos de recuperación de los equipos pesados, con el propósito de mantener sus estándares de trabajo y su consecución programada de su vida útil.

Estos procesos técnicos buscan que la aplicación de conocimiento, técnicas y procedimientos transformen los servicios requeridos en logros de resultados esperados.

3.3.2 *Variable Dependiente*

VD: Efectividad en la ejecución de los servicios en los mantenimientos de equipos pesados.

Definición conceptual:

Referida al logro de los servicios propuestos y programados, respecto a los resultados obtenidos.

Con el propósito de identificar la integridad de las variables, así como la relación de las variables con las sub variables y su postulación a la relación que existe entre los procesos técnicos de mantenimiento y la eficacia que medirá el cumplimiento porcentual del nivel de estos procesos, tenemos:

Tabla 1
Variables independientes y dependientes

Variable Independiente (VI)	Variable Dependiente (VD)
Procesos de recepción	Con Eficacia
Proceso de diagnóstico	Con Eficacia
Proceso de intervención	Con eficacia
Proceso de verificación	Con eficacia
Proceso de integración	Con eficacia
Eficacia de los procesos	Efectividad de los servicios

Fuente y Elaboración: Propia

Comparar el nivel de eficacia de los procesos técnicos basados en el desarrollo de los procesos de recepción, diagnósticos, intervención, verificación, integración, alcanzados con la efectividad en la ejecución de los servicios de mantenimiento de equipos pesados.

3.4 Operacionalización de las Variables

3.4.1 *Subvariable independiente*

Procesos técnicos.

Dimensión 1: Desarrollo de la infraestructura.

Indicadores.

- Definir el nivel de la infraestructura donde se realizan los servicios de mantenimiento en los diferentes procesos técnicos, para que, en función de sus estudios, experiencia u otro, puedan ser clasificados y percibidos como:
 - a. Área adecuada para la recepción
 - b. Disponibilidad de área de lavado

Dimensión 2: Nivel de los recursos humanos.

Indicadores.

- Definir el nivel de los recursos humanos que realizan los servicios de mantenimiento en los diferentes procesos técnicos, para que, en función de sus estudios, experiencia u otro, puedan ser clasificados y percibidos como:
 - a. Nivel alcanzado por el trabajador
 - b. Experiencia adquirida por el trabajador

Dimensión 3: Dotación de equipos y herramientas.

Indicadores

- Identificar y evaluar la infraestructura y su dotación de equipos orientados a su utilización en el mantenimiento de equipos pesados, facilitando la aplicación

correctiva en los procesos técnicos del mantenimiento; los que pueden ser percibidos como:

- a. Tecnología del kit de herramientas
- b. Tecnología de equipos

Dimensión 4: Nivel de aplicación de los métodos y procedimientos.

Indicadores

- Identificar y evaluar el nivel de aplicación de los métodos y procedimientos en la realización del proceso de mantenimiento, los que en función a su cobertura pueden ser percibidos como:
 - a. Métodos para el mantenimiento
 - b. Procedimientos en registros del mantenimiento
 - c. Aplicación de informes en el servicio de mantenimiento

Dimensión 5: Nivel de integración.

Indicadores de seguridad.

- Determinar el nivel de seguridad tanto de las instalaciones como de los procesos, involucrados en el soporte del desarrollo de los procesos técnicos del mantenimiento; pudiéndose discriminar de la siguiente manera:
 - a. Categorías de seguridad en el mantenimiento
 - b. Nivel en sistema de defensa civil

Indicadores de medio ambiente.

- Se trata de determinar el efecto que produce los materiales, insumos y repuestos en la labor de mantenimiento al personal y medio ambiente.
 - a. Distribución del taller para el mantenimiento
 - b. Disposición de aceites usados

Sub variable 6: Efectividad de los servicios.

Indicadores.

- Se trata de expresar la meta programada de los servicios en términos de tiempo promedio por servicio en los trabajos realizados.
 - a. Tiempo promedio por servicio

Con el objetivo, de centrar la investigación a continuación presentamos, como se interpretaría la relación de las variables y su comparación:

Tabla 2. Diseño para la operacionalización de las variables.

Tabla 2.1

VARIABLE INDEPENDIENTE

EFICACIA DE LOS PROCESOS TECNICOS DE MANTENIMIENTO

Subvariable	Conceptualización	Dimensiones	Definición Operativa	Indicadores	Escala	Instrumentos
Procesos Técnicos		Desarrollo de los procesos técnicos				
Recepción	Actividad técnica de los procesos de mantenimiento de equipos pesados, trata básicamente de inspeccionar en qué condiciones se reciben los equipos que deberán ingresar en mantenimiento.	Infraestructura	Espacios implementados para la ejecución cómoda de los mantenimientos de equipos pesados	Área adecuada para la recepción Disponibilidad de Área de lavado	Ordinal	Cuestionario
		Recursos Humanos	Mano de Obra calificada, y con la experiencia para la ejecución de los trabajos de mantenimiento de equipos pesados	Nivel alcanzado por el trabajador Experiencia adquirida por el trabajador	Ordinal	Cuestionario
Diagnostico	Actividad técnica en los procesos de mantenimiento de equipos pesados, por el cual se identifica y reconoce las averías de un equipo	Infraestructura	Espacios implementados para la ejecución cómoda de los mantenimientos de equipos pesados	Área adecuada para el diagnostico	Ordinal	Cuestionario
		Dotación de Equipos y herramientas	Equipos y herramientas óptimas para las labores mecánicas, que facilitan las tareas y se encaminen a la precisión de los trabajos ejecutados	Tecnología del kit de herramientas	Ordinal	Cuestionario

		Recursos Humanos	Mano de Obra calificada, y con la experiencia para la ejecución de los trabajos de mantenimiento de equipos pesados	<p>Nivel alcanzado por el trabajador</p> <p>Experiencia adquirida por el trabajador</p>	Ordinal	Cuestionario
Intervención	Actividad técnica en los procesos de mantenimiento de equipos pesados, por la cual se le brinda solución o mantención a la avería u operatividad.	Infraestructura	Espacios implementados para la ejecución cómoda de los mantenimientos de equipos pesados.	Área adecuada para la intervención	Ordinal	Cuestionario
		Dotación de herramientas	herramientas óptimas para las labores mecánicas, que faciliten las tareas y se orienten a la precisión de los trabajos ejecutados	Tecnología del kit de herramientas	Ordinal	Cuestionario
		Dotación de Equipos	Equipos óptimos para las labores mecánicas, que faciliten las tareas y se orienten a la precisión de los trabajos ejecutados	Tecnología de equipos	Ordinal	Cuestionario
		Recursos Humanos	Mano de Obra calificada, y con la experiencia para la ejecución de mantenimiento de equipos pesados	<p>Nivel alcanzado del supervisor</p> <p>Experiencia adquirida del supervisor</p>	Ordinal	Cuestionario

Verificación	Actividad técnica en los procesos de mantenimiento de equipos pesados, por la cual se inspecciona y revisa el trabajo ejecutado con el propósito de asegurar la calidad	Recursos Humanos	Mano de Obra calificada, y con la experiencia para la ejecución de los trabajos de mantenimiento de EP	Nivel alcanzado control de calidad	Ordinal	Cuestionario
		Dotación de Equipos y herramientas	Equipos y herramientas óptimas para las labores, que facilitan las tareas y se encaminen a la precisión de los trabajos ejecutados	Disponibilidad de E y H. Para la intervención	Ordinal	Cuestionario
Integración	Actividad transversal del proceso de mantenimiento, que trata fundamentalmente de proveer métodos y procedimientos para el desempeño	Métodos y procedimientos	Diferentes esquemas de mantenimiento orientados a establecer procedimientos de trabajo que ordene y sistematice las tareas	Métodos para el mantenimiento Procedimientos registros del mantenimiento	Ordinal	Cuestionario
		Seguridad y medio ambiente	Diferentes protocolos orientados a brindar seguridad en el trabajo a la empresa y sus colaboradores	Aplicación de Informes del servicio de mantenimiento Categorías seguridad en el mantenimiento Nivel en sistema de defensa civil	Ordinal	Cuestionario

	Distribución taller para el mantenimiento	Ordinal	Cuestionario
	Disposición del aceite usado		Cuestionario

Tabla 2.2
VARIABLE DEPENDIENTE
EFFECTIVIDAD DE LOS MANTENIMIENTOS

Subvariable			Escala	Instrumento
Efectividad	Es una medida que busca lograr la capacidad o efecto que se desea o espera en los resultados del mantenimiento	Logros de mantenimientos de equipos por ciclo de trabajo	Tiempo promedio por servicio	Escala Cuestionario

Fuente y Elaboración: Propia a través del SPSS

3.5 Matriz de Consistencia

Tabla 3. Matriz de Consistencia

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS GENERAL	SUBVARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
¿En qué medida el nivel alcanzado de eficacia de los procesos técnicos influye en la efectividad de los servicios realizados, en la gestión de las empresas de mantenimiento de equipos pesados?	Determinar el nivel alcanzado de eficacia de los procesos técnicos y su influencia en la efectividad de los servicios realizados, en la gestión de las empresas de mantenimiento de equipos pesados.	El nivel alcanzado de eficacia de los procesos técnicos, se encuentra relacionados al nivel de efectividad de los servicios realizados, en la gestión de las empresas de mantenimiento de equipos pesados.	<ul style="list-style-type: none"> Independientes: Eficacia de los procesos técnicos de mantenimiento de equipos pesados 		
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLES		
§ ¿En qué medida el nivel alcanzado del proceso técnicos de recepción, influyen en la eficacia, en la gestión de las empresas de mantenimiento de equipos pesados?	Determinar indicadores líderes de aproximación a la eficacia en el desarrollo del proceso de recepción en los servicios de mantenimiento	Hipótesis Específica 1: Proceso de recepción H0: "El proceso de recepción no se relaciona con la eficacia de los servicios realizados, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados."	Eficacia de los procesos técnicos de recepción de mantenimiento de equipos pesados	-Desarrollo de la infraestructura	a. Área adecuada para la recepción b. Disponibilidad de área de lavado
§ ¿En qué medida el nivel alcanzado del proceso técnicos de diagnóstico, influyen en la eficacia, en la gestión de las empresas de mantenimiento de equipos pesados?	Determinar indicadores líderes de aproximación a la eficacia en el desarrollo del proceso de diagnóstico en los servicios de mantenimiento	Hipótesis Específica 2: Proceso de diagnóstico H0: "El proceso de diagnóstico no se relaciona con la eficacia de los servicios realizados, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados."	Eficacia de los procesos técnicos de diagnóstico de mantenimiento de equipos pesados	-Nivel de los Recursos Humanos	a. Nivel alcanzado por el trabajador b. Experiencia adquirida por el trabajador

<p>§ ¿En qué medida el nivel alcanzado del proceso técnicos de intervención, influyen en la eficacia, en la gestión de las empresas de mantenimiento de equipos pesados?</p>	<p>Determinar indicadores líderes de aproximación a la eficacia en el desarrollo del proceso de intervención en los servicios de mantenimiento.</p>	<p>Hipótesis Específica 3: Proceso de Intervención H0: "El proceso de intervención no se relaciona con la eficacia de los servicios realizados, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados"</p>	<p>Eficacia de los procesos técnicos de intervención de mantenimiento de equipos pesados</p>	<p>- Dotación de equipos y herramientas</p>	<p>a. Tecnología del Kit de herramientas b. Tecnología de equipos</p>
<p>§ ¿En qué medida el nivel alcanzado del proceso técnicos de verificación, influyen en la eficacia, en la gestión de las empresas de mantenimiento de equipos pesados?</p>	<p>• Determinar indicadores líderes de aproximación a la eficacia en el proceso de verificación en los servicios de mantenimiento</p>	<p>Hipótesis Específica 4: Proceso de verificación H0: "El proceso de verificación no se relaciona con la eficacia de los servicios realizados, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados."</p>	<p>Eficacia de los procesos técnicos de verificación de mantenimiento de equipos pesados</p>	<p>- Nivel de aplicación de los métodos y procedimientos</p>	<p>a. Métodos para el mantenimiento b. Procedimientos del registros del mantenimiento c. Aplicación de informes del servicio de mantenimiento</p>
<p>§ ¿En qué medida el nivel alcanzado del proceso técnicos de integración, influyen en la eficacia, en la gestión de las empresas de mantenimiento de equipos pesados?</p>	<p>Determinar indicadores líderes de aproximación a la eficacia en el desarrollo de la integración del proceso en los servicios de mantenimiento</p>	<p>Hipótesis Específica 5: Procesos integrales H0: "La gestión de los procesos integrales no se relaciona con la eficacia de los servicios realizados, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados."</p>	<p>Eficacia de los procesos técnicos integral de mantenimiento de equipos pesados</p>	<p>- Nivel de Integración</p>	<p>a. Categorías seguridad en el mantenimiento b. Nivel del sistema de defensa civil c. Distribución del taller para el mantenimiento d. Disposición del aceite usado</p>
<p>§ ¿En qué medida el nivel de eficacia en el desarrollo de los procesos técnicos, se relaciona con la efectividad de los servicios realizados, en la gestión de las empresas de mantenimiento de equipos pesados?</p>	<p>• Determinar un modelo que relacione los indicadores líderes de la eficacia de los procesos y su relación con la efectividad de los servicios de mantenimiento</p>	<p>Hipótesis Específica 6: Efectividad de los mantenimientos H0: "La efectividad de los servicios realizados no se relaciona con la eficacia de los procesos técnicos, en la gestión de los mantenimientos de las empresas de equipos pesados."</p>	<p>• Dependientes: Efectividad en la ejecución de los servicios en los mantenimientos de equipos pesados</p>	<p>- Nivel de Efectividad de los servicios de mantenimiento</p>	<p>Nivel de efectividad - Servicios ejecutados</p>

Fuente y Elaboración: Propia

Capítulo 4. Metodología de la Investigación

4.1 Tipo y Diseño de la Investigación

El estudio de investigación tiene como propósito principal que el nivel de eficacia de desarrollo de los procesos técnicos críticos del mantenimiento, se correspondan con el indicador de efectividad del mantenimiento de equipos; lo que permitirá conocer una de las aristas de la competitividad de las empresas del rubro; dentro de este contexto se formaliza por su orientación en una investigación “aplicativa” que trata de solucionar problemas, cuyo sustento de contrastación se enmarca en el tipo de investigación “explicativa”

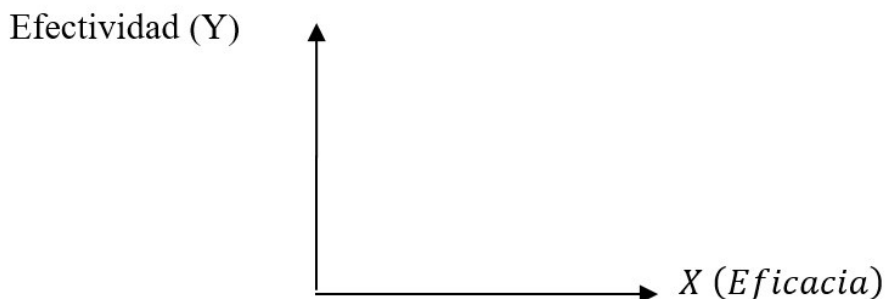
Conforme a la naturaleza de la investigación explicativa, se trata de entender la influencia que tiene el desarrollo eficaz de los procesos técnicos del mantenimiento en función a sus resultados de los objetivos planteados en términos de efectividad, desde esta óptica se trata de relacionar el grado de eficacia alcanzado en el desarrollo de los procesos técnicos y el nivel de efectividad obtenido.

Por su direccionalidad se puede considerar como una investigación prospectiva, los datos fundamentalmente se recogerán de fuentes primarias por la investigación, por lo que se trata de una investigación pro lectiva; así también la investigación se mide en un momento dado por lo que tiene una configuración transversal.

La Figura 4 resume la lógica analítica de la investigación.

Figura 4.

Investigación explicativa



Efectividad* → *f(Eficacia de los Procesos Tecnicos)

Fuente y elaboración: Propia

Así tenemos dos variables relacionadas; una de carácter independiente o explicativo, es decir el grado de eficacia de desarrollo de los procesos técnicos del mantenimiento y la otra dependiente o variable que será explicada, es decir el nivel de efectividad alcanzado en el proceso integral de mantenimiento por las empresas. Para lo cual se establecen indicadores para medir la eficacia de los procesos técnicos y la efectividad del mantenimiento.

El diseño de la investigación tiene carácter no experimental es decir el investigador no tratara intencionalmente de manipular las variables, si no se observaran los procesos para posteriormente analizarlas y medirlas, originándose estudios observacionales del tipo corte transversal, tomando en cuenta la línea del tiempo; es decir se seleccionan los procesos para establecer de qué forma se realizan, obteniéndose sus características específicas del grado de aceptación en un periodo corto.

4.2 Unidad de Análisis

Para la investigación los sujetos de estudio son los procesos técnicos operativos ejecutadas por las empresas de mantenimiento de equipos pesados que operan en la provincia de Lima, para el año 2017.

Previo a la preparación de la encuesta se requiere definir la unidad de análisis, es decir cuál es la unidad susceptible de medirse o analizarse, conforme se ha venido explicando, lo que se pretende conocer en la investigación es la relación entre las dos variables antes mencionadas, mediante la observación en empresas que deben reunir características puntuales.

Dentro de este marco, la unidad de análisis es la eficacia de los procesos técnicos de las empresas que prestan el servicio de mantenimiento de maquinaria pesada que operan en la provincia de Lima, al año 2017.

4.3 Población de estudio

La población a estudiar son las empresas dedicadas a la prestación de servicios de mantenimiento de equipos pesados en la provincia de Lima.

Siendo el objetivo principal en esta investigación conocer la eficacia de los procesos técnicos en el mantenimiento de equipos pesados, es importante definir en sus tres ámbitos la población:

4.3.1 *Ámbito Teórico*

Todas las empresas que se dediquen a la prestación del servicio de mantenimiento de maquinaria pesada, las mismas que de acuerdo al Código Industrial Internacional Único (CIIU), se encuentran en la clasificación de:

Tabla 4
CIIUU

C	Industrias
División	33 – Reparación e instalación de maquinaria y equipo
Clase	3312 – Reparación de maquinaria

Fuente: SUNAT

Elaboración: Propia

Están referidas a:

- “Reparación y mantenimiento de equipo de manipulación de materiales.”
- “Reparación y mantenimiento de maquinaria para la minería y la construcción y la extracción de petróleo y gas”
- De las cuales se excluyen las actividades de maquinarias para la extracción de petróleo y gas
- Los procesos relacionados a los rubros referidos específicamente están relacionadas al mantenimiento y reparaciones mecánicas, eléctricas, y de sistemas operativos de accionamiento.

4.3.2 *Ámbito Espacial*

Estas empresas se encuentran ubicadas para la investigación geográficamente dentro de Lima Provincia.

4.3.3 *Ámbito Temporal*

Para la investigación se consideran empresas que operaban hasta el año 2017.

Por lo conceptuado se puede precisar para la investigación la población, quedando así definida:

4.4 Población de la Investigación

Todas las empresas dedicadas al servicio de mantenimiento de maquinaria pesada; específicamente a la reparación y mantenimiento de equipo de manipulación de materiales y reparación y mantenimiento de maquinaria para la minería y la construcción, que operaban en la provincia de Lima hasta el año 2017.

De la población definida líneas arriba se determina el número de elementos que la constituyen. Debido a que se trata de información muy específica; de la cual no se dispone directamente, se realizó una estimación recurriendo a información de la base de datos de la SUNAT, la misma que se depuro de acuerdo a la población de interés; el método emplea datos estadísticos de la SUNAT al año 2017.

4.5 Tamaño de la Población

Las empresas dedicadas al mantenimiento de maquinaria y equipo pesado en Lima Metropolitana, debidamente depuradas de la base de datos de la SUNAT, está determinada por una población finita de 214 empresas de mantenimiento de equipos pesados, siendo estas de interés para la investigación.

4.6 Tamaño de la Muestra

En la presente investigación se busca aplicar un método estadístico, lo más preciso posible para determinar la muestra que infiera la población de la investigación, teniendo en cuenta que la característica que se busca es el promedio de la eficacia de los procesos de mantenimiento de equipos pesados basados en la gestión. Para ello, se utilizó la fórmula para muestras cuantitativas para variables continuas tal como se muestra en la Figura 5.

Figura 5.

Investigación explicativa

$$n = \frac{N (z_{\alpha/2}^2) x \sigma^2}{(N - 1)ME^2 + Z^2 \sigma^2}$$

Con la ecuación se persigue determinar un número de empresas que conformaran la muestra definitiva y que infiera a la población.

Dónde:

$(z_{95\%}) = \text{Nivel de confianza estandarizado}$

$\sigma = \text{Desviación Estándar Poblacional}$ $ME = \text{Margen de Error}$

Fuente y elaboración: Propia

Con el motivo de hacer estimaciones más precisas, se utilizó una muestra preliminar de 30 empresas que cumplen con el perfil y se recogieron y procesaron datos sobre el promedio de la eficacia de los procesos para el mantenimiento que realizan estas empresas; en base a ello lo primero fue comprobar la normalidad de la muestra piloto, así como sus estadísticos descriptivos; para probar normalidad aplicaremos la prueba de Kolmogorov Smirlo, se grafican los datos obtenidos en la Tabla 5.

Tabla 5
Prueba de Kolmogórov-Smirnov para una muestra

EFICAZ		
N		30
Parámetros normales^{a,b}	Media	59,8214
	Desv.	15,08501
	Desviación	
Máximas diferencias extremas	Absoluto	,146
	Positivo	,136
	Negativo	-,146
Estadístico de prueba		,146
Sig. asintótica(bilateral)		,103 ^c

a. La distribución de prueba es normal.

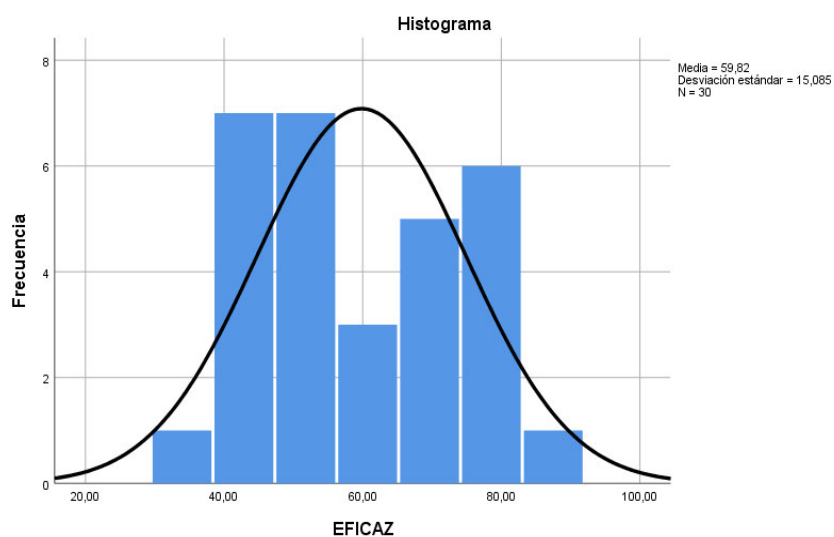
b. Se calcula a partir de datos.

c. Corrección de significación de Lilliefors.

Fuente y Elaboración: Propia a través del SPS

Figura 6.

Distribución del Promedio de eficacia de las 30 Empresas.



Fuente y elaboración: Propia

Tal como se puede observar el comportamiento de la data tiene una distribución normal, a partir de ello calcularemos los estadísticos descriptivos.

Tabla 6. Datos Estadísticos

Estadísticos		
Eficacia por Empresa		
N	Válido	30
	Perdidos	0
Media		59,8220
Error estándar de la media		2,75409
Desv. Desviación		15,08475
Varianza		227,550
Mínimo		33,93
Máximo		89,29

Fuente: Elaboración propia a través del SPS

Después del cálculo de la media, la varianza, la desviación estándar y el error estándar de este muestreo preliminar se tiene:

$$n_{preliminar} = 30$$

$$\bar{x} = 59.82$$

$$V_{(x)} = 227.55$$

$$S_{(x)} = 15.08$$

4.6.1 Cálculo del tamaño de la muestra definitiva

Para el cálculo del tamaño de la muestra definitiva a partir de los parámetros de la muestra piloto, se aplica el “método para la estimación cuando la varianza poblacional es conocida y la distribución es normal” que Newbold y Carlson (2008), proponen en la sección de la elección del tamaño de la muestra de su libro estadística y administración y economía. Método similarmente planteado por Levin y Rubín (1995) en su libro antes citado.

Antes de aplicarlo, se deben cumplir las condiciones. Conocer la variación poblacional, que ya se tiene determinada; y contar con que la población muestre una distribución normal. Como lo reflejó la muestra preliminar, la población en el análisis presenta una distribución normal.

Como lo muestra la imagen, la curva de la media muestral tiene una distribución normal o de campana, planteándose que la distancia máxima de la media muestral \bar{x} con respecto a la media real μ es de ME es decir el investigador plantea que μ fluctúe dentro del rango de $< (\mu - ME)$; $(\mu + ME) >$, pero con un nivel de confianza del 95%, para mayor probabilidad.

Planteándolo en formulas, se tiene lo siguiente. El cálculo de ME que esta condicionado a la Desviación Poblacional, σ^2 (ya determinados líneas arriba) dando como resultado después de despejar la ecuación el valor que deberá tomar (n). Para determinar la muestra definitiva:

$$n = \frac{N(Z_{\alpha/2})^2 x \sigma^2}{(N-1)E^2 + Z^2 \sigma^2}$$

$$n = \frac{214 * 1.96^2 * 15.09^2}{((214 - 1) * 2.75^2 + (1.96^2 * 15.09^2))}$$

$$n = \frac{187121}{2485}$$

$$n = 75$$

Siendo los valores los siguientes:

$(z_{95\%}) = 1.96$; Nivel de confianza del 95%

$\sigma = 15.09$; Ya determinado previamente

$ME = 2.75$; Error estándar de la muestra

Siendo el tamaño de la muestra definitiva 75, se aplica el ajuste de la muestra, para definir el número de la muestra final con la siguiente fórmula:

$$n_f = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}}$$

$$n = \frac{75}{1 + \frac{75}{214}}$$

$$n = 56$$

4.6.2 Tamaño de la Muestra Definitiva:

Habiendo calculado los parámetros principales de la muestra piloto, a partir de ella y conforme los cálculos realizados, incluido los ajustes, se considera para la investigación una muestra final de 56 empresas de mantenimiento de maquinaria pesada.

4.7 Selección de la muestra

Luego de obtenido el tamaño de la muestra, se seleccionarán las empresas del listado de la SUNAT del rubro en estudio.

Para ello, mediante números aleatorios, se determinará cuál de todas estas empresas formaran parte de la muestra.

4.8 Técnicas de recopilación de datos

Para el estudio de la investigación es muy importante la forma como se recolectarán los datos y los instrumentos de medición que se aplicarán al evento en estudio. Respecto a la obtención de los datos, estos estarán referidos a las variables definidas en la hipótesis, es decir se buscó información respecto a los procesos técnicos en la secuencia de procesos de servicio de mantenimiento. Esta información será obtenida tanto de fuente primaria, como secundaria.

4.8.1 Fuente primaria

Esta información se tomará de la muestra y los cuestionarios y/o entrevistas con los supervisores o gerentes de los procesos del servicio. Los instrumentos aplicados son:

4.8.1.1 Encuesta.

Para la parte cuantitativa se estableció como herramienta de medición las encuestas a las que fueron aplicadas a las empresas de la muestra; es así, que, mediante la aplicación de este método, se podrá cuantificar los resultados obtenidos a partir de las encuestas, permitiendo definir con aproximación la influencia de los indicadores técnicos de las empresas.

Así se diseñó la encuesta, llegándose a plantear 17 preguntas, las que van orientadas principalmente a conocer el manejo de los indicadores de eficacia de los procesos técnicos considerados para el estudio y por otro lado la efectividad de su realización, preguntas de expectativa en general, todo ello plasmado en la herramienta de recojo de datos, es decir el cuestionario.

4.8.1.2 Entrevista de profundidad.

A partir del análisis exploratorio se empleará el método cualitativo de entrevista de profundidad, la que será realizada a la empresa FERREYROS S.A.

A pesar de que la investigación estudia a las empresas del rubro y FERREYROS S.A. se encuentra clasificada como gran empresa, la entrevista será altamente beneficiosa; ya que se busca auscultar los procesos técnicos y saber cómo se da la gestión de los procesos de mantenimiento de los mismos en una empresa de mayor organización y experiencia en el sector.

Se planteará una entrevista a profundidad de carácter semi estructurada debido a que se considera importante definir anticipadamente a la entrevista, una serie de pautas generales de temas a tratar, con el fin de conducir la entrevista de manera eficiente.

Como resultado de la entrevista de profundidad se pretende extraer de la empresa FERREYROS S.A. algunos indicadores para ellos considerado como importantes y complementarlos a los señalados en la herramienta cuantitativa, es decir la encuesta.

4.8.2 Fuentes secundarias.

4.8.2.1 Páginas web.

Como parte de la información secundaria se ubicarán y revisarán las páginas Web de empresas del sector, con el propósito de auscultar el rubro de mantenimiento de equipos pesados, los mismos aspectos que fueron aplicadas como bases en las entrevistas de profundidad y en las encuestas realizadas.

4.8.2.2 Visitas a TECSUP.

Como parte de la captura de la información se realizará visitas a TECSUP, ubicando importante literatura sobre el tema de equipos pesados, dado que esta es una institución formadora en la especialidad de equipos pesados.

Capítulo 5. Resultados y Discusión

Con el propósito de dar respuesta a la pregunta y los objetivos planteados por la investigación, se siguieron ciertos protocolos encaminados a demostrar las hipótesis planteadas y diseñar el modelo basado en la eficacia de los procesos técnicos del mantenimiento.

Conforme se ha venido proponiendo, la hipótesis general se concibe como dos grandes variables, por un lado, el nivel de eficacia de los procesos técnicos y por el otro la efectividad en la realización de los servicios programados de mantenimiento.

Es decir, la investigación busca demostrar que, para mejorar la efectividad de las empresas del rubro, deberán gestionarse de forma eficiente los procesos técnicos del mantenimiento, generando mayor valor agregado al servicio.

Se analizará primero la variable representada en el eje de la abscisa, la eficacia de los procesos técnicos, pero en la lógica de sus sub variables; desagregando los procesos técnicos y la eficacia, debiéndose demostrar si en realidad existe relación entre el nivel de desempeño de los procesos técnicos y su alcance a la eficacia, es decir:

- El Proceso técnico de recepción se relaciona con el grado de eficacia alcanzado.
- El Proceso técnico de diagnóstico se relaciona con el grado de eficacia alcanzado.
- El Proceso técnico de intervención se relaciona con el grado de eficacia alcanzado.
- El Proceso técnico de verificación se relaciona con el grado de eficacia alcanzado.
- El Proceso técnico de integración se relaciona con el grado de eficacia alcanzado.

Para ello primero se demostrará si existe normalidad en la distribución de la eficacia de los procesos y luego aplicando los indicadores, a través de la data recogida se realizará las mediciones por empresas, para posteriormente realizar el análisis estadístico que permita corroborar las hipótesis específicas relacionadas a la variable de las abscisas.

Los niveles de eficacia encontrada se clasificarán de acuerdo al marco teórico de la revista PLANNING, o en una escala que varíe desde eficaz hasta ineficaz; información importante que permita medir la eficacia a través del desarrollo de los procesos por las diferentes empresas.

Posteriormente se trabajara con la variable independiente la efectividad, tomando como característica los mantenimientos preventivos realizados en un periodo o las horas empleadas en un servicio de mantenimiento preventivo, por estas empresas, analizando primero su modelo de distribución, realizando el análisis de normalidad de la data, para posteriormente aplicar el estadístico correspondiente que permita establecer una relación entre la efectividad de atención de las empresas y sus resultados medidos, bien por el número de mantenimiento preventivos o por las horas hombres empleadas; comprobando otra hipótesis secundaria.

Corroborados estas sub variables, se tomará las dos variables que protagonizan la investigación es decir la variable eficacia de los procesos con su efectividad, aplicando los indicadores se realiza las mediciones correspondientes, para luego aplicar el estadístico pertinente que relacione ambas variables, diseñando el modelo que mejor se ajusta a los datos obtenidos y expresar cuantitativamente si existe relación de causalidad entre las dos variables.

Así tenemos:

Los PT f (Eficacia)

1) La EF f (EFPT)

Donde:

- PT = Procesos Técnicos
- EF = Efectividad
- EFPT = Eficacia de los procesos técnicos

En conclusión, en este capítulo primero se da un sustento cualitativo a las hipótesis planteadas anteriormente; para recién dar sustento cuantitativo y demostrar mediante pruebas estadísticas cada una de ellas. Así llegar al modelo matemático que relacione las variables en estudio y cumplir con los objetivos de esta investigación.

5.1 Análisis, interpretación y discusión de resultados

La información recogida conforme los instrumentos de captura diseñado para tal propósito en la investigación ha permitido contar con los datos necesarios para su análisis e interpretación, a partir del cual se podrá contrastar las hipótesis específicas y por ende la general, así como diseñar el modelo de eficacia materia de la investigación.

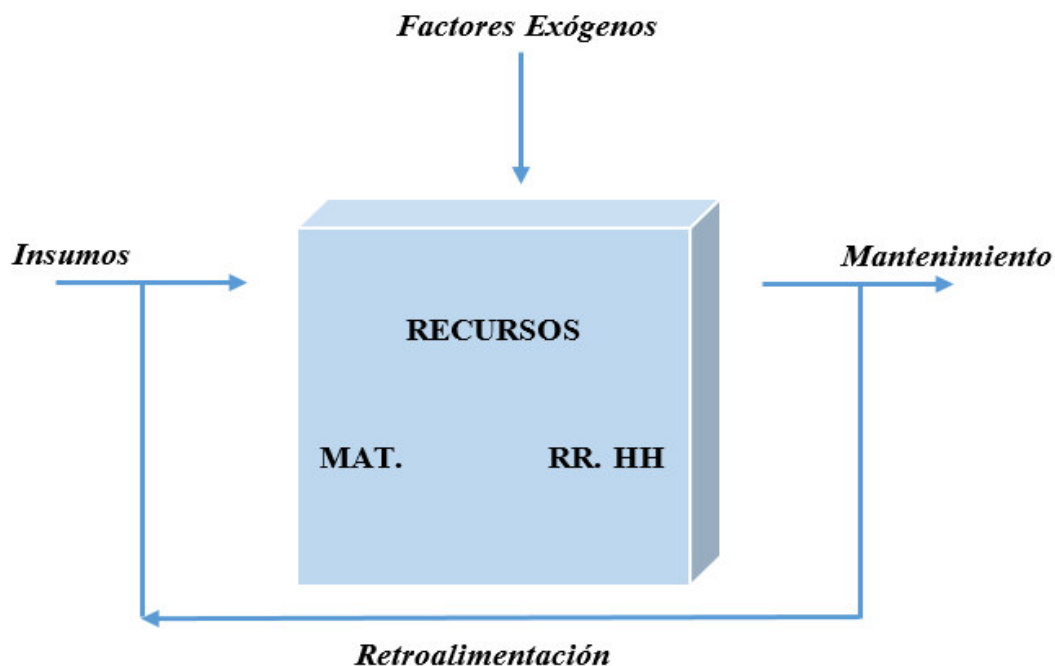
Previamente a determinar estos resultados, es importante explicar la lógica de la investigación, con la cual se llegó a diseñar la información requerida por el investigador de acuerdo a un planteamiento; básicamente del marco teórico consultado, se desprende que la gran mayoría de mediciones con respecto al mantenimiento se basó en la confiabilidad, constructo pertinente, sin embargo muchos de los indicadores se midieron con los resultados obtenidos, es decir con indicadores reactivos, para posteriormente a la medición ensayar las correcciones respectivas.

En esta investigación se postula que toda medición que se realice, por un lado, tendrá resultados en base a los insumos de acuerdo a la lógica de sistema, a la que hacemos mención en el marco teórico, deberá ser transformado en un servicio o producto principal, para el caso el servicio de mantenimiento; los mismo que incluyen factores incontrolables propios del proceso pero que pueden ser minimizados.

Así, para el diseño de esta investigación se concibe la medición del mantenimiento, como el resultado principal de los recursos materiales y humanos con que cuenta las empresas, los que son protagonistas en conseguir los objetivos. (Figura 7)

Figura 7.

Gráfico de Sistema



Fuente y elaboración: Propia

La planificación de los mantenimientos conlleva a que en un futuro se logre el objetivo esperado, este objetivo para este tipo de empresas están asociadas a realizar mediciones con previsión a los resultados, para ello no es suficiente medir solo los recursos humanos, sino además considerar los factores que influyen directamente en el proceso técnico.

El propósito es realizar de manera óptima los mantenimientos con eficacia para alcanzar los objetivos planteados por la planificación del mantenimiento.

El indicador de eficacia estará provisoriamente dispuesto a medir si este logra las metas previstas o que parte de ellas y en qué condiciones.

Las técnicas de los procesos están involucradas en los mejores métodos que permitan alcanzar la mejor performance de los procesos técnicos. Evidentemente en esta lógica puede haber dispersiones, tales como que los métodos técnicos no sean los más propicios para la empresa o que la empresa este aplicando inexactamente los métodos o simplemente no lo esté aplicando, con lo cual los resultados del indicador en la medición se podrían distorsionar.

Sin embargo, podría ser algo más elemental como que los recursos con lo que cuenta la empresa no tienen la capacidad de aplicación del método recomendado, bajo este enfoque es que la investigación postula a que la base de la maximización de los procesos se genera en la receta de cómo se plantean los proceso técnico y de que recursos están dotados, de tal manera que les permitan asimilar las diferentes técnicas que puedan a partir de ello, ser recomendadas para una optimización de su desempeño; en ese sentido es que se plantea dos temas por un lado la eficacia en la gestión de los proceso técnicos del mantenimiento y por otro la efectividad del mantenimiento.

La investigación está basada en la captura de la información, concordante a la técnica de recolección de datos, recogida en los instrumentos de captura de datos referidos presentados en el acápite 4.5; información que será clasificada y codificada de acuerdo a los indicadores presentados, para ser registrada de acuerdo a las variables y sub variables en una base de datos, particularmente la base de datos de SPSS; para las mediciones correspondientes y posterior contrastación de la hipótesis, se conducirá de la siguiente manera:

1. Comprobación de la representatividad de la muestra que inferirá la población para las hipótesis específicas del 1 al 6
2. Registrar y analizar las encuestas referidas a la importancia que deberá tener cada variable independiente, representada por los procesos técnicos principales.

3. Registrar, analizar y operar las sub variables e indicadores que comprometen la variable dependiente, con el propósito de consignar la eficacia en función a la escala ordinal previamente determinada.
4. Contrastar cada uno de las sub variables del proceso técnico con su nivel de eficacia y demostrar la hipótesis.
5. Establecer una escala de eficacia, para efectos de interpretar el comportamiento de la variable independiente y su clasificación según o a fin al marco teórico. debiéndose calificar como eficaz, medianamente eficaz o ineficaz ó como la escala establecida por el autor en el marco teórico.
6. Análisis de las sub variable dependiente de la efectividad con su indicador de servicios realizados del mantenimiento preventivo y contrastar su hipótesis.
7. Habiendo comprobado por un lado las hipótesis específicas tanto las que conforman la variable principal de eficacia de los procesos técnicos y las de efectividad de los servicios realizados, serán relacionadas con el estadístico respectivo.
8. Para relacionar y contrastar las variables anteriormente enunciadas haremos uso del análisis exploratorio y del modelo causa efecto.
9. Análisis de la variable Dependiente y análisis de la correlación con la variable Independiente, con el propósito de completar el modelo.

Tomando este enfoque es que la investigación propone que la base de la maximización de los procesos se genera en la gestión de los proceso técnico y de los recursos que están dotados que permitirán asimilar las diferentes técnicas que puedan ser recomendadas en el marco teórico, para una optimización de su desempeño; en ese sentido es que se plantea dos temas; por un lado

la gestión de los procesos técnicos para el logro de la eficacia y por otro lado el planteamiento del modelo de aproximación a la eficacia para el logro de la efectividad.

5.1.1 La gestión de los procesos técnicos

Los procesos técnicos del mantenimiento, son realizados por todas las empresas de este rubro, con el propósito de recuperar los activos dentro del marco de la cadena de valor a que responden las empresas de equipos pesados, en ese sentido la gestión de los procesos trata de implementarlos y mantenerlos dentro de los estándares previstos, por ello es importante presentar la cadena de valor de los servicios realizados por estas empresas como se puede visualizar en la figura 8:

Figura 8.

Cadena de Valor

ADMINISTRACION Y FINANZAS						
- Soporte administrativo		-Elaboración de facturas y guías				
- Control de costos		-Operaciones financieras				
RECURSOS HUMANOS - RELACIONES PUBLICAS						
-Contratación de personal		-Remuneración de personal			Relaciones interpersonales	
-Capacitación de personal		-Promoción de personal				
ABASTECIMIENTO Y SERVICIOS GENERALES						
-Evaluación de proveedores		-Convocatoria y concursos			-Elaboración de contratos	
COMPRAS	MANTENIMIENTO				INTEGRIDAD	POST VENTA
-Evaluación de requerimientos -Evaluación de pro veedores -Elaboración de órdenes de compra	RECEPCIÓN -Revisión de unidad y/o requerimiento del servicio - Informe técnico de recepción	DIAGNOSTICO -Identificación de avería y/o requerimiento del servicio - Informe técnico del diagnóstico	INTERVENCIÓN -Mantenimiento preventivo - Mantenimiento correctivo - Mantenimiento predictivo	VERIFICACIÓN - Supervisión del servicio - Comprobación del servicio - Control de calidad	-Seguridad del servicio -Condiciones medio ambientales para el servicio	-Seguimiento del servicio - Comunicación al cliente - Recepción de quejas y sugerencias

Fuente y elaboración: Propia

Tal como se puede encontrar en la cadena de valor, para el caso de mantenimiento e integridad, está referido a servicios operativos internos que generalmente desarrollan estas empresas, servicios cuya eficacia en concordancia con las metas planificadas van a depender de la forma como se les dotan de mejores recursos tanto materiales como recursos humanos, para la realización de sus procesos operacionales; y cumplir con su propósito de mantener los equipos de otras empresas en buen estado y constante mantenimiento; así podemos contar entre ellos con los siguientes procesos:

Recepción.- Proceso por la cual se recibe el equipo en un ambiente predeterminado y con ciertas condiciones que le permiten realizar las labores dentro de un estándar; en este acápite se ha considerado como sub variables la infraestructura disponible básicamente la exclusividad de la recepción que permita aislar el activo e inventariarlo para su posterior proceso, también se han tenido en cuenta los recursos humanos con lo que cuenta la empresa tanto en nivel técnico como en experiencia, lo que evidentemente diferenciara los logros perseguidos en este proceso, que son básicamente capturar la información del operador, luego levantar las condiciones mecánicas y físicas con la que llega el equipo pesado.

Diagnostico.- Proceso por la cual se identifica y reconoce la avería del equipo, para tal efecto se realiza una serie de actividades, las mismas que para alcanzar su mejor performance, se ha establecido varias su variables como infraestructura, la cual debe contar preferentemente con exclusividad para este servicio por ser especializado, dotación de equipos y herramientas idóneas para este tipo de procesos, tales como escáner, analizador de gases, manómetros, comprensímetros entre otros, y recursos humanos con perfil ideal para estas labores, cuya auscultación finalmente dependerán de la conjugación competitiva de estas variables.

Esta revisión de avería, debe orientar a una revisión global de los principales sistemas del activo y ejecutar un informe técnico de diagnóstico, acertado.

Intervención.- Proceso por la cual se le da solución a la avería o mantención a los sistemas, dependiendo se trate de un mantenimiento, preventivo, correctivo, predictivo; con el propósito de recuperar su estado operativo y mantener su ciclo de vida; la eficacia de este proceso está basada en cuatro su variables, las mismas que equilibradamente coadyuvan a la reposición del activo; así se ha diseñado la variable infraestructura, dotación de herramientas, dotación de equipos y recursos humanos; la infraestructura basada en el sistema de inspección, la dotación de herramientas basadas en el tipo de herramientas desde básicas hasta herramientas avanzadas y los recursos humanos por preminencia de la supervisión en las actividades ejecutadas.

Verificación.- Proceso por el cual se revisa el trabajo ejecutado con el propósito de que se ratifique o rectifique la calidad de las actividades realizadas y evitar futuros reclamos por el usuario en los procesos intervenidos, para este proceso se ha diseñado, dos su variables estas son Recursos humanos y dotación de equipos y herramientas; recursos que básicamente tienen como función realizar el control de la calidad de los procesos realizados, para lo cual evidentemente requieren de personal calificado y dotación de equipos para el propósito.

Integración. - Proceso transversal por el cual las áreas operativas de mantenimiento, se proveen de métodos y procedimientos para el trabajo o las técnicas del desempeño y un sistema de seguridad y la defensa del medio ambiente, como disciplina de protección de la empresa y de la sociedad.

Para este proceso de integración se han determinado dos su variables como son los métodos y procedimientos utilizados por la empresa para optimizar sus mantenimientos y la

seguridad y medio ambiente para proteger a los trabajadores de riesgos personales o grupales y los residuos peligrosos que este tipo de empresas generan; actualmente la conservación del medio ambiente y el riesgo climático, son tareas que comprometen a todos pero principalmente a las empresas en el cuidado y mitigación del medio ambiente laboral.

Con el propósito de vincular la gestión de estos procesos con su eficacia, se ha establecido la siguiente tabla de variables y sub variables, que ha permitido recoger la información a las empresas de las muestras en orden de 56 empresas; así tenemos:

Tabla 7. Subvariable: Eficacia de la Recepción

Dimensiones:	Indicador	Categorías	Índice
Infraestructura	Área adecuada de recepción	Sin área de recepción	0
		Sin zanja de inspección	1
		Otro sistema de inspección	2
		Con zanja de inspección	3
		MAX.	3
		Disponibilidad	Con área de lavado
Área de lavado	Terceriza el lavado	0	
	MAX.	1	
	Nivel alcanzado del trabajador	Trabajador empírico	1
Trabajador técnico		2	
Trabajador profesional		3	
MAX.		3	
Recursos Humanos	Experiencia adquirida del trabajador	Experiencia hasta 3 años	1
		Experiencia más de 3, menos de 6 años	2
		Experiencia 6 años a mas	3
		MAX.	3

Fuente y elaboración: Propia

Tabla 8. Subvariable: Eficacia del Diagnóstico

Dimensiones:	Indicador	Categoría	Índice
Infraestructura	Área de diagnóstico adecuada	Sin área de diagnóstico	0
		Sin zanja de inspección	1
		Otro sistema de inspección	2
		Con zanja de inspección	3
		MAX.	3
Dotación de E&H	Tecnología del kit de herramientas	Kit básico herramientas	1
		Kit de herramientas de precisión	2
		Kit de herramientas avanzadas	3
		MAX.	3
Recursos Humanos	Nivel alcanzado del trabajador	Trabajador empírico	1
		Trabajador técnico	2
		Trabajador profesional	3
		MAX.	3
	Años de experiencia del trabajador	Experiencia hasta 3 años	1
		Experiencia mas de 3, menos de 6 años	2
		Experiencia 6 años a mas	3
MAX.	3		

Fuente y elaboración: Propia

Tabla 9. Subvariable: Eficacia de la Intervención

Dimensiones:	Indicador	Categoría	Índice	
Infraestructura	Área de intervención adecuada	Sin zanja de inspección	1	
		Otro sistema de inspección	2	
		Con zanja de inspección	3	
		MAX.	3	
Dotación de herramientas	Tecnología del kit de herramientas	Kit básico de herramientas	1	
		Kit de herramientas de precisión	2	
		Kit de herramientas avanzada	3	
		MAX.	3	
Dotación de Equipos	Tecnología de equipos	Equipamiento básico	1	
		Equipamiento intermedio	2	
		Equipamiento superior	3	
		MAX.	3	
Recursos Humanos	Nivel alcanzado por el trabajador	Sin supervisión	0	
		Supervisor empírico	1	
		Supervisor técnico	2	
		Supervisor profesional	3	
	MAX.	3		
	Experiencia adquirida por el trabajador	Experiencia hasta 3 años	1	
		Experiencia más de 3, menos de 6 años	2	
		Experiencia 6 años a mas	3	
MAX.		3		

Fuente y elaboración: Propia

Tabla 10. Subvariable: Eficacia de la Verificación

Dimensiones:	Indicador	Categoría	Índice
Recursos Humanos	Experiencia adquirida del trabajador	Sin personal en control de calidad	0
		Control de calidad por supervisor de intervención	1
		Supervisor de calidad	2
		MAX.	2
Dotación de herramientas	Tecnología del kit de herramientas	Sin equipo propio	1
		Con Equipo propio	2
		MAX.	2

Fuente y elaboración: Propia

Tabla 11. Subvariable: Integración

Dimensiones:	Indicador	Categoría	Índice
Métodos y procedimientos	Métodos para el mantenimiento	Método Tradicional de mantenimiento	1
		Estudios de tiempos y movimientos	2
		Mejoras continuas de procesos	3
		Método RCM de mantenimiento	4
		MAX.	4
	Procedimientos del registro de mantenimiento	Registro básico del servicio	0
		Registro en tarjeta de mantenimiento	1
		Registro histórico del mantenimiento	2
		MAX.	2
	Informes del servicio de mantenimiento	Informes orales de la intervención	0
		Informes escritos de la intervención	1
		MAX.	1
Seguridad y medio ambiente	Categorías de seguridad en el mantenimiento	Sin sistema de seguridad	0
		Con elementos Básicos de seguridad	1
		Con sistema de seguridad integral	2
		MAX.	2
	Nivel en sistema de defensa civil	Sin certificado de defensa civil	0
		Con certificado de defensa civil	1
		Seguro contra robo y riesgo	2
		MAX.	3
	Distribución de taller para el mantenimiento	Sin distribución de planta	0
		Con distribución de planta	1
		MAX.	1
	Disposición del aceite usado	Eliminación o venta de aceite informal	1
		Eliminación o venta de aceite con certificado	2
		MAX.	2

Fuente y elaboración: Propia

Estas variables, subvariables e indicadores, determinaron el diseño de los cuestionarios, que lograron los objetivos planteados; generándose un número de 17 preguntas, para ser contestadas por la población de la muestra, si bien es cierto en términos generales, esta fue

acertada para la investigación en la captura de la misma se presentaron ciertas inconvenientes como, la falta de sinceridad en pocos casos para brindar la información, en otros casos las personas representativas de las empresas no eran necesariamente las más idóneas para responder estas preguntas, en otros casos su nivel muy empírico no les permitían asimilar las preguntas.

Superadas estas deficiencias, recogida la información se comenzó su procesamiento, encontrándose alguna información atípica que tuvo que descartarse, el proceso tuvo como propósito consolidar la información en tablas que recogieron tanto los indicadores como los índices, dándose su valoración respectiva, como parte de este proceso se trabajó con la muestra para calificar de acuerdo a los logros de los objetivos por cada su variables las metas versus los logros de estas empresas lo que se relacionaron con el indicador de eficacia.

El propósito de estas empresas es mantener el activo durante su vida útil, con costos racionales y con el máximo tiempo de empleabilidad, los servicios que realizan se pueden clasificar en los siguientes:

Mantenimiento preventivo. Calificado como proceso principal, que de acuerdo a la data recopilada mantienen un alto porcentaje de importancia para las empresas.

El mantenimiento preventivo, se debe realizar de acuerdo a lo recomendado por el fabricante, siendo un mantenimiento planificado y cuyo propósito es renovar ciertos elementos que tiene un tiempo de duración, generalmente recomendada por el fabricante; lo que evitara mayores desgastes por perdida de efectividad de los elementos de reposición.

Los equipos pesados están provistos de motores diésel, motores de alta tecnología y con controles electrónicos, su mantenimiento recomendado es importante, para su conservación, su disminución de combustible, mantener su vida útil y evitar averías posteriores con pérdida de horas maquinas, por falta de un oportuno mantenimiento de estos equipos.

Mantenimiento correctivo. Las empresas realizan el mantenimiento correctivo ante un fallo o avería del equipo pesado, este tipo de mantenimiento tiene como peculiaridad corregir o cambiar un accesorio o componente parte del sistema afectado, ya sea mecánico, eléctrico, electrónico, hidráulico u otro; con el propósito de que recupere su estado operativo.

Dependiendo de la avería o fallo, su proceso conlleva mayor complejidad y generalmente más tiempo de ocupación, mayores costos y cierta dificultad en la disponibilidad de repuestos, al menos de forma inmediata.

Durante su tiempo de vida útil, esto es amenguado si se sigue las recomendaciones de los diferentes mantenimientos programados que recomienda los fabricantes de estos equipos pesados.

Mantenimiento predictivo. El mantenimiento predictivo es un método para pronosticar una avería o falla futura de un componente o parte de una maquina; reemplazándolo oportunamente, bajo un plan pre establecido, con el propósito de ejecutar los cambios necesarios ante de que el equipo pesado falle o sufra la avería.

El mantenimiento predictivo tiene como propósito, prevenir tiempos perdidos por el equipo maximizando su operatividad y tener con oportunidad los componentes a ser cambiados, para optimizar su operatividad.

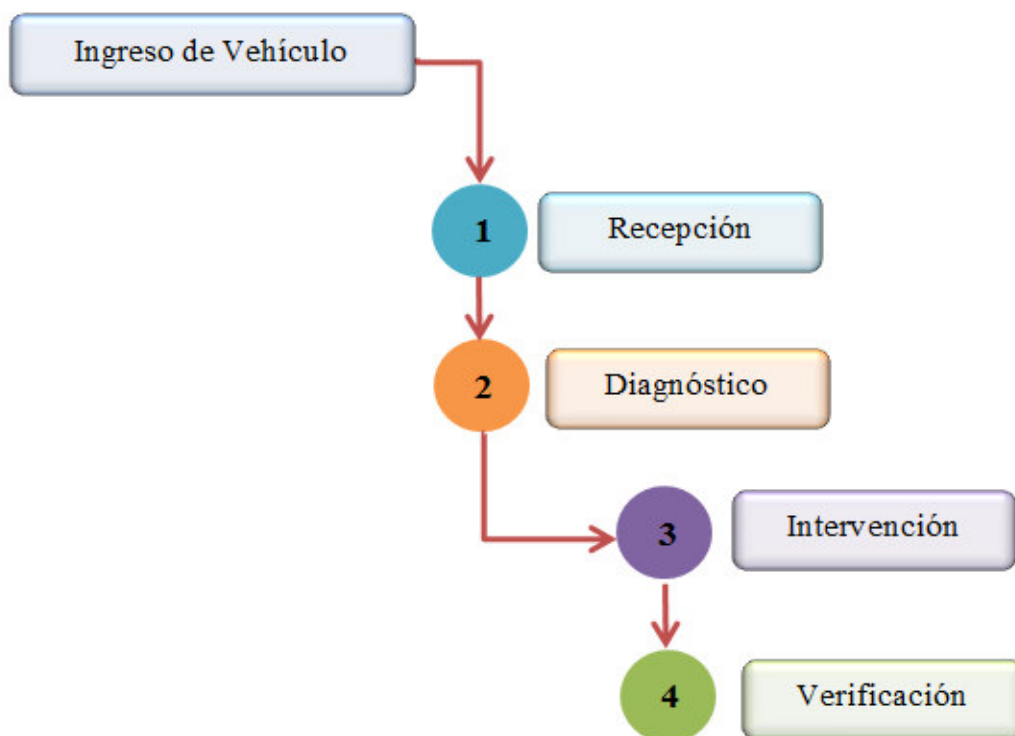
Este método presume la medición de ciertos estándares, que progresivamente en el tiempo sufren una dispersión; debiendo prever en base a estimaciones y seguimientos su cambio al estar por agotarse la vida útil del componente; lo que hace eficaz este mantenimiento.

De acuerdo a los autores la aplicación de este método requiere de: Vigilancia de máquinas, protección de máquinas y diagnóstico de fallas.

En general de los diferentes tipos de mantenimiento, podemos presentar las actividades primarias que se realizan para dar solución a la avería del activo; así tenemos;

Figura 9.

Flujograma de Proceso



Fuente y elaboración: Propia

Ahora; si bien es cierto, todos los procesos que contribuyen directamente con el resultado son de gran importantes, no todos constituyen fuente generadora de ventajas competitivas en el mercado; a pesar de que cada empresa en función a sus capacidades y de acuerdo al grado de profesionalismo y experiencia le consigna diferente valor.

Para identificarlos es necesario evaluar cada uno de los procesos que se relacionan directamente con el resultado del servicio, mediante indicadores o criterios de priorización que reflejen que tanta competitividad genera cada uno.

Si bien es cierto en este diagrama de operaciones no aparece el proceso de integración, se debe a que el mismo es transversal y se da en cada uno de los procesos primarios presentados.

5.1.2 Planteamiento del modelo de aproximación a la eficacia de los procesos

Tal como ya se ha venido comentando, el presente estudio busca demostrar que la efectividad de los servicios de mantenimiento, está en función al nivel de eficacia en el desarrollo de los procesos técnicos de mantenimiento. Esta última variable, de naturaleza independiente, se postula puede medirse mediante, las variables y sus variables e indicadores sustentados en los procesos primarios de la cadena de valor para el mantenimiento preventivo y su vinculación con la eficacia.

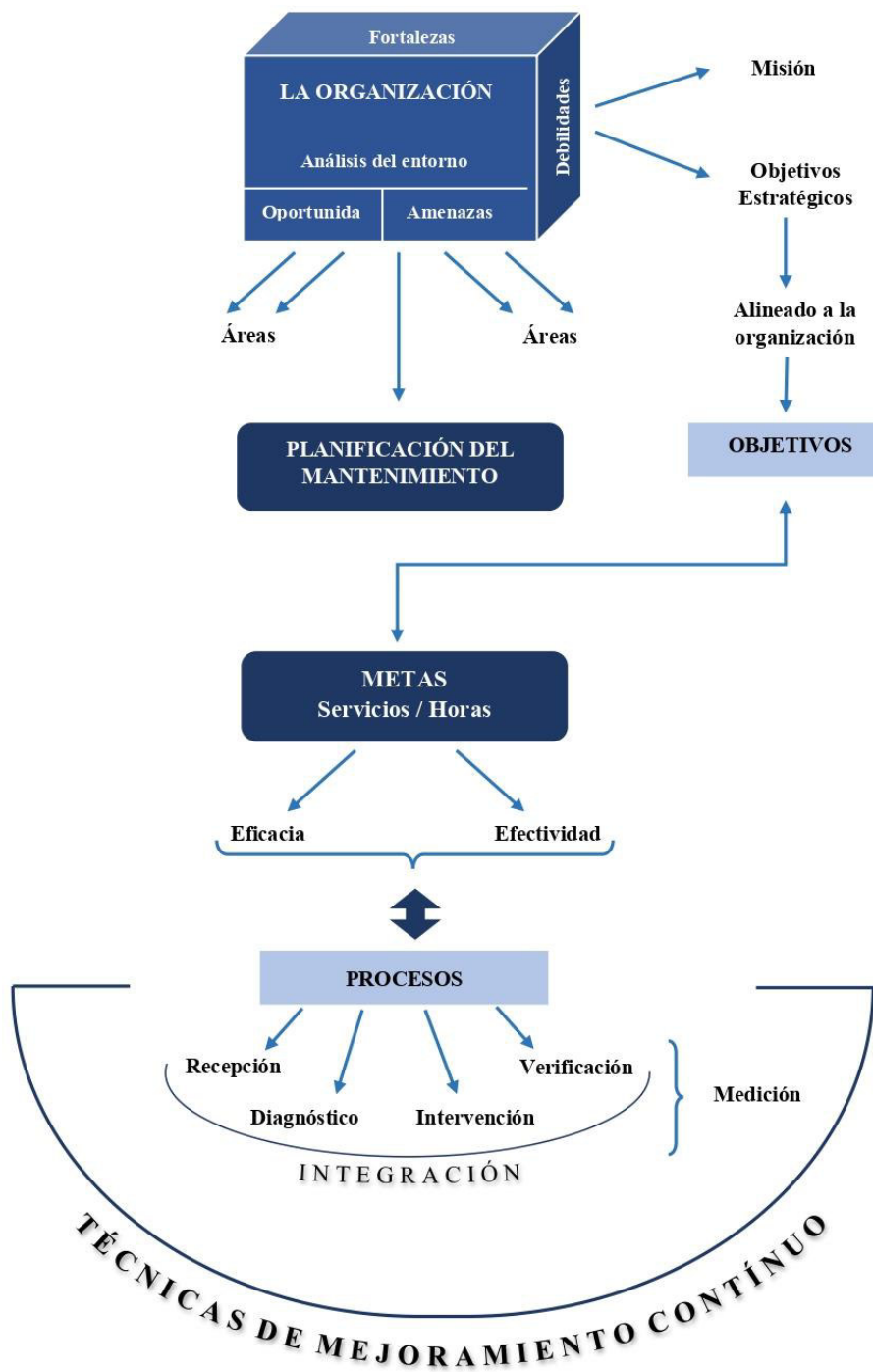
Es decir, la variable independiente eficacia de los procesos técnicos se puede disgregar en el desarrollo de los procesos técnicos y su vinculación con la eficacia.

La investigación propone como parte de su diseño, para la parte de gestión en el nivel operativo realizar prioritariamente la planificación del mantenimiento; identificando los objetivos a alcanzar y como parte de ellos las metas para cada periodo que establezca la empresa.

A continuación, en el Figura 10, se presenta el esquema del diseño.

Figura 10.

Esquema del diseño.



Fuente y elaboración: Propia

El nivel de desarrollo de los procesos técnicos debe ser medido con las variables que hacen posible la realización del mismo en las mejores condiciones, tales como las sus variables recepciones, diagnostico, intervención, verificación e integración.

La su variable recepción será medida por las dimensiones infraestructura y recursos humanos; la su variable diagnostico será medida por las dimensiones infraestructura, dotación de E&H y Recursos Humanos; la su variable intervención será medida con las dimensiones infraestructura, dotación de herramientas, dotación de Equipos y Recursos Humanos; la su variable verificación será medida por las dimensiones Recursos Humanos y dotación de equipos y herramientas; mientras que la su variable integración será medida con la dimensión métodos y procedimientos y seguridad y medio ambiente.

Para las dimensiones se ha establecido sus respectivas indicadores e índices los mismos que se presentan en las tablas del 7 al 11.

Por tal motivo, las hipótesis, tanto generales como específicas, plantean resumidamente lo que indica la figura 11.

Figura 11.

Estructura del Modelo Basado en Indicadores de Gestión

$$\left\{ \begin{array}{l}
 \mathbf{EF} \rightarrow f(\text{Eficacia de los Procesos Técnico}) \\
 \mathbf{Ef} \rightarrow f(\text{Desarrollo de los Proc. Técnicos}) \\
 \mathbf{DPT} \rightarrow f(\text{Recepción, Diagnóstico, Intervención, verificación, integración}) \\
 \text{Recepción} \rightarrow f(\text{Infraestructura y Recur Hum}) \\
 \text{Diagnostico} \rightarrow (\text{Infraest. dotación E\&H, REcur. Hum}) \\
 \text{Intervención} \rightarrow (\text{Infraest, Dotación de Equip, Dotación de Herr. Y RRHH}) \\
 \text{Verificación} \rightarrow (\text{Recursos Humanos y Dotación de Equipos y Herramientas}) \\
 \text{Integración} \rightarrow (\text{Metodos y proced. y Seguridad y Medio Ambiente})
 \end{array} \right.$$

Donde:

$EF = \text{Efectividad del mantenimiento}$

$Ef = \text{Eficacia de los procesos técnicos}$

$DPT = \text{Desarrollo de los procesos Técnicos}$

Fuente y elaboración: Propia

Los coeficientes se establecieron en función a los indicadores y de acuerdo al grado de importancia en el recurso empleado; estos indicadores fueron propuestos como preguntas en la encuesta realizada a las diferentes empresas del sector que formaron parte de la muestra.

Tal como se muestra en la tabla N° 06, para determinar numéricamente el valor de la variable independiente diagnóstico, su dimensión se asigna un coeficiente vinculado a su indicador, que va desde 0 hasta 3. La misma operación se realiza con cada uno de las variables y dimensiones anteriormente identificadas.

Tabla 12. Matriz de calificación de Indicadores

DIAGNÓSTICO – DIMENSIONES				
CALIFICACIÓN	INFRAESTRUCTURA	DOTACIÓN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	RECURSOS HUMANOS	
0	Sin área de diagnóstico		Sin seguimiento	
1	Sin zanja de inspección	Kit básico de herramientas	Trabajador empírico	Experiencia hasta 3 años
2	Otro sistema de inspección	Kit de herramientas de precisión	Trabajador técnico	Experiencia de 3 a 6 años
3	Con zanja de inspección	Kit de herramientas avanzadas	Trabajador profesional	Experiencia a más de 6 años

Fuente y elaboración: Propia

Por otro lado, la variable dependiente o Efectividad se determina en base a un solo indicador; este es las horas promedio que logra alcanzar las empresas encuestadas, por cada servicio de mantenimiento

Para medir este indicador se toma dos sub variables que muestra la figura 12.

Figura 12.

Cálculo del indicador de efectividad

$EF \Rightarrow \text{horas por servicio}$

$EF \Rightarrow (NPSM)(PPS)$

Donde:

$NPSM = \text{N}^\circ \text{ de servicios al mes}$

$PPS = \text{horas por servicios}$

Fuente y elaboración: Propia

Para la variable desagregada eficacia de los procesos, con el propósito de establecer el grado de vinculación se muestra el nivel alcanzado por esta variable independiente, categorizándola conforme a la tabla 13, que a continuación se presenta:

Tabla 13. Eficacia

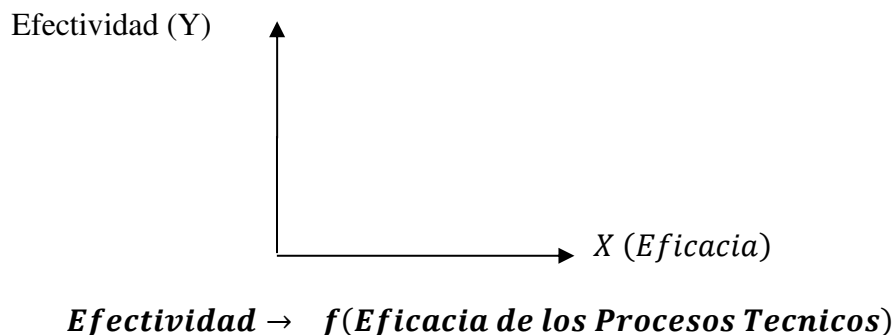
EFICACIA			
Resultado Alcanzado / Resultado esperado			
RANGOS	NIVEL	CALIFICACION	
0 – 20%	0	Nada eficaz	
21 – 40%	1	Poco eficaz	
41 – 60%	2	Medianamente eficaz	
61 – 80%	3	Eficaz	
81 – 90%	4	Muy eficaz	
> 91%	5	Totalmente eficaz	

Fuente y elaboración: Propia

Finalmente se plantea como parte del modelo final la relación que existe entre las variables eficacia de los procesos técnicos y su efectividad en los mantenimientos realizados, tal como se postuló en su hipótesis general, así lo presentamos en la figura 13.

Figura 13.

Investigación explicativa



Fuente y elaboración: Propia

Esta es la estructura del modelo de gestión para empresas de mantenimiento de maquinaria pesada, basándose en indicadores de gestión elaborados de sus procesos operacionales para la ejecución del mantenimiento de equipos pesados; donde la aproximación a la eficacia descansa básicamente en los recursos empleados en estos procesos, recursos que tiene que ser medidos conforme a las dimensiones e indicadores detallados.

Es importante advertir que alcanzado las empresas un nivel básico de eficacia de sus procesos se puede aplicar las diferentes técnicas vertidas en el marco teórico para la mejora de los procesos, desde la mejora continua hasta la reingeniería de procesos, pasando por el mantenimiento preventivo total, la manufactura esbelta, la producción flexible, la calidad total, el sistema just and time, Seis sigmas, entre otros.

Con el propósito de darle validez al planteamiento del diseño; líneas abajo se realizará el análisis cuantitativo con SPSS que demuestre las hipótesis planteadas a lo largo de la formulación del modelo, ya anteriormente presentadas.

5.2 Pruebas de Hipótesis

5.2.1 Comprobación de representatividad de la muestra

Antes de empezar con el análisis de las variables, dimensiones y sus indicadores según la encuesta, se estudia que tan representativa de la población es la muestra seleccionada. Para ello, se toman las características más importantes de identificación de la unidad de análisis, es decir la eficacia de los procesos técnicos de mantenimiento.

Además de actuar como filtro, esta pregunta tiene el objetivo de comprobar si realmente la muestra describe una conducta similar a la de la población. En este caso se tomará la eficacia promedio de las empresas de la muestra.

De la encuesta aplicada a la muestra se recogieron los datos que se aprecian agrupados en 4 intervalos en las tablas 14 – 15 y en la figura 14. Se puede observar la existencia de una distribución normal como ya lo habíamos calculado con Kolmogorok Smirlo; así también en los intervalos de la eficacia agrupada por empresas solo 4 de ellas que representan el 7.1% de la muestra.

Tabla 14. Tabla de Estadísticos

Estadísticos		
EFICACIA PROMEDIO		
N	Válido	56
	Perdidos	0
Media		57,4304
Error estándar de la media		1,84769
Varianza		191,181

Fuente y elaboración: Propia

Figura 14. Histograma

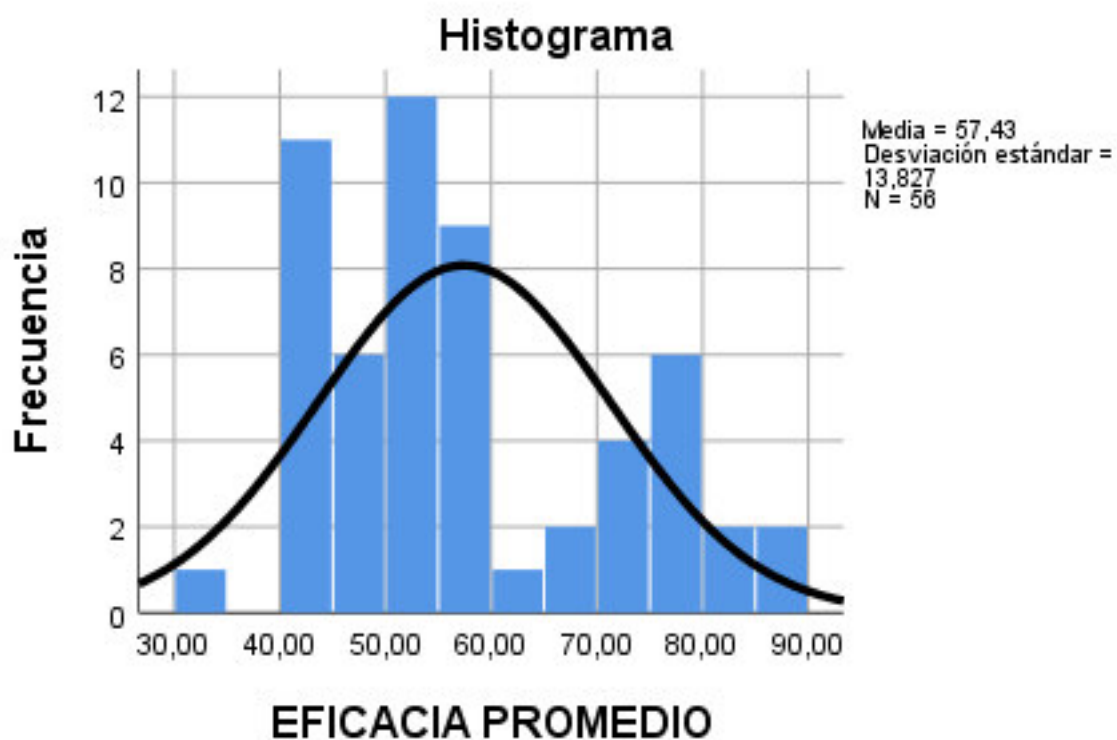


Tabla 15. Estadígrafos de eficacia de los procesos Histograma

EFICACIA AGRUPADA

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	20 a 40	1	1,8	1,8	1,8
	40,01 a 60	38	67,9	67,9	69,6
	60,01 a 80	13	23,2	23,2	92,9
	80,01 a 100	4	7,1	7,1	100,0
	Total	56	100,0	100,0	

Fuente y elaboración: Propia

Los estadígrafos principales de la muestra determinan que la media muestral agrupada es de 57.43 y la desviación estándar de 13.82; pudiéndose plantear la siguiente hipótesis:

- **Formulación de hipótesis:**

Para demostrar que la eficacia agrupada de la muestra obtenida en el acápite 4.5 tamaño de la muestra, describe una conducta similar a la población de acuerdo a los parámetros estadísticos determinados.

H₀: “El promedio de la eficacia agrupada es igual a 57.43”

$$H_0: 57.43 = \mu$$

H₁: “El promedio de la eficacia agrupada es diferente a 57.43”

$$H_1: 57.43 \neq \mu$$

- **Nivel de significancia:** $\alpha = 0,05$

- **Regla de discusión para el valor p:**

Si $p < \alpha$ entonces se rechaza la hipótesis nula

Si $p \geq \alpha$ entonces se acepta la hipótesis nula

Una vez planteado matemáticamente las hipótesis, se procede a desarrollar la prueba tal como se muestra a continuación:

Tabla 16. Prueba T (Estadística para una muestra)

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
EFICACIA PROMEDIO	56	57,4304	13,82683	1,84769

Fuente y elaboración: Propia

Tabla 17. Prueba para una muestra

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 57.43						
95% de intervalo de confianza de la						
diferencia						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
EFICACIA PROMEDIO	,000	55	1,000	,00036	-3,7025	3,7032

Fuente y elaboración: Propia

De lo que se interpreta que siendo $p \geq \alpha$ se acepta la hipótesis nula es decir la media de la muestra y de la población guardan armonía, siendo la muestra representativa de la población.

5.2.2 Comprobación de las hipótesis específicas.

Abordado el análisis e interpretación de la información recogida para la investigación, con el propósito de plantear los indicadores de eficacia, sus mediciones y diseñar la estructura del modelo de manera integral, se complementa el análisis en el campo cuantitativo; para este efecto se realizan las pruebas estadísticas de contratación de las hipótesis, que permitirán darle validez científica al modelo de aproximación a la eficacia de los procesos técnicos de gestión.

A propósito de atender a la lógica de las hipótesis planteadas en la presente investigación se formuló una hipótesis general, de la que se desprenden hipótesis específicas necesarias para poder demostrar la hipótesis principal.

Dentro de ese enfoque, al pie mencionamos cada una de ellas; así tenemos:

Tabla 18. Hipótesis General

Hipótesis General	
<p>H₀: El nivel alcanzado de eficacia de los procesos técnicos, se encuentra relacionados al nivel de efectividad de los servicios realizados, en la gestión de las empresas de mantenimiento de equipos pesados.</p>	<p>H₁: El nivel alcanzado de eficacia de los procesos técnicos, no se encuentra relacionados al nivel de efectividad de los servicios realizados, en la gestión de las empresas de mantenimiento de equipos pesados.</p>

Fuente y elaboración: Propia

El nivel alcanzado de eficacia, medido por indicadores líderes de aproximación, en el desarrollo de los procesos técnicos en la gestión de las empresas de mantenimiento de equipos pesados, se encuentra relacionados al nivel de efectividad de los servicios realizados de mantenimientos de equipos pesados.

Tabla 19. Hipótesis Específicas.

Hipótesis Específica 1: Proceso de recepción	
H ₀ : “El proceso de recepción no se relaciona con la eficacia de los servicios realizados, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados.”	H ₁ : “El proceso de recepción se relaciona con la eficacia de los servicios realizados, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados.”
Hipótesis Específica 2: Proceso de diagnóstico	
H ₀ : “El proceso de diagnóstico no se relaciona con la eficacia de los servicios realizados, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados.”	H ₁ : “El proceso de diagnóstico se relaciona con la eficacia de los servicios realizados, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados.”
Hipótesis Específica 3: Procesos de intervención	
H ₀ : “El proceso de intervención no se relaciona con la eficacia de los servicios realizados, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados”	H ₁ : “El proceso de intervención se relaciona con la eficacia de los servicios realizados, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados”
Hipótesis Específica 4: Procesos de verificación	
H ₀ : “El proceso de verificación no se relaciona con la eficacia de los servicios realizados, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados.”	H ₁ : “El proceso de verificación se relaciona con la eficacia de los servicios realizados, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados.”

Hipótesis Específica 5: Procesos integrales

H₀: “La gestión de los procesos integrales no se relaciona con la eficacia de los servicios realizados, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados”

H₁: “La gestión de los procesos integrales se relaciona con la eficacia de los servicios realizados, en la gestión del mantenimiento de las empresas de equipos pesados”

Hipótesis Específica 6: Efectividad de los mantenimientos

H₀: “La efectividad de los servicios realizados no se relaciona con la eficacia de los procesos técnicos, en la gestión de mantenimientos de las empresas de equipos pesados.”

H₁: “La efectividad de los servicios realizados se relaciona con la eficacia de los procesos técnicos, en la gestión de mantenimientos de las empresas de equipos pesados.”

Fuente y elaboración: Propia

En merito a este planteamiento de las hipótesis específicas, se procederá a la demostración de cada una de ellas, es decir sustentar la validez de la relación planteado en el apartado anterior, resumiéndose las cinco primeras hipótesis específicas para efectos de su contrastación de la siguiente manera:

5.2.2.1 Hipótesis específicas: Proceso técnicos de recepción, diagnóstico, intervención, verificación e integración.

Las diferentes preguntas diseñadas para estos procesos técnicos, buscaron reconocer los diferentes recursos empleados por este tipo de empresas para recepcionar, diagnosticar, intervenir, verificar y la integridad en el mantenimiento de los equipos pesados, a través de los cuales se podían medir el grado de cumplimiento con lo que debería ser un estándar teórico, que estaría asociado al cumplimiento de un objetivo o logro, aproximándose a un indicador de eficacia en el desarrollo de estos procesos técnico.

Para inferir esta situación, se planteó contrastar con la prueba de hipótesis a través de un análisis ANOVA, la existencia de asociación o relación entre ellos procesos técnicos y la eficacia de los mismos; previo a confirmar la distribución paramétrica; para lo cual se procedió a realizar las siguientes pruebas de hipótesis:

- **Formulación de hipótesis:**

H₀: “En qué medida el desarrollo alcanzado por los procesos técnicos no se relaciona con la eficacia de los servicios de mantenimientos de las empresas de equipos pesados”

H₁: “En qué medida el desarrollo alcanzado por los procesos técnicos se relaciona con la eficacia de los servicios de mantenimientos de las empresas de equipos pesados”

- **Nivel de significancia:** $\alpha = 0,05$
- **Regla de discusión para el valor p:**

Si $p < \alpha$ entonces se rechaza la hipótesis nula

Si $p \geq \alpha$ entonces se acepta la hipótesis nula

- **Aplicación de la prueba de normalidad**

Para conocer si existe o no normalidad en la data de distribución de los procesos técnicos, aplicaremos la prueba de Kolmogórov-Smirnov, para relacionar el proceso técnico con la eficacia; así plantearíamos la siguiente hipótesis:

Ho: Los datos tienen una distribución normal

Ha: Los datos no tienen una distribución normal

Cuya regla de discusión para la normalidad para el valor p, si se trata de muestras grandes es:

Si p- valor $\geq \alpha$ entonces se acepta la hipótesis nula

Si p – valor $< \alpha$ entonces se rechaza la hipótesis nula

Se puede plantear la hipótesis de normalidad:

Tabla 20. Resumen de Procesamiento de casos

EFICAZP	PROCESOS	Válido		Casos Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
	REC	56	100,0%	0	0,0%	56	100,0%
	DIAG	56	100,0%	0	0,0%	56	100,0%
	INTV	56	100,0%	0	0,0%	56	100,0%
	VER	56	100,0%	0	0,0%	56	100,0%
	INTG	56	100,0%	0	0,0%	56	100,0%

Fuente y elaboración: Propia

Tal como se puede observar en esta tabla 20, se resumen los procesos técnicos como Recepción (REC), Diagnostico (DIAG), Intervención (INTV), Verificación (VER), Integración (INTG) con el nivel de eficacia, donde presentamos las 56 muestras de las empresas encuestadas.

Tabla 21. Pruebas de Normalidad

PROCESOS	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
EFICAZ	REC	,438	56	,000	,621	56	,000
P	DIAG	,410	56	,000	,688	56	,000
	INTV	,161	56	,001	,952	56	,027
	VER	,302	56	,000	,788	56	,000
	INTG	,161	56	,001	,952	56	,027

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente y elaboración: Propia

Tal como se puede apreciar en todos los casos la significancia es menor de 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, es decir no se trata de una distribución normal, lo que no permite aplicar estadísticos paramétricos y bajo este marco precisar la relación de las variables entre los grupos con el prueba de ANOVA.

- **Aplicación de la prueba de homogeneidad de varianza**

Se trata de comprobar la existencia de varianzas similares en la eficacia para los subprocesos técnicos, para ello planteamos la siguiente hipótesis:

Ho: No existe diferencias significativas entre las varianzas de la eficacia en los grupos de empresas.

$$Ho: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_n^2$$

Ha: Existen diferencias significativas entre las varianzas de las calificaciones de algunos de los grupos de empresas.

$$Ho: \sigma_i^2 = \sigma_n^2 \text{ para un } i \neq n$$

- **Regla de discusión para el valor p:**

Cuya regla de discusión para la homogeneidad para el valor p, si se trata de muestras grandes es:

Si p- valor $\geq \alpha$ entonces se acepta la hipótesis nula

Si p – valor $< \alpha$ entonces se rechaza la hipótesis nula

Así tenemos:

Tabla 22. Pruebas de Homogeneidad de Varianzas

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
EFICAZP	Se basa en la media	63,639	4	275	,000
	Se basa en la mediana	6,646	4	275	,000
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	6,646	4	144,636	,000
	Se basa en la media recortada	49,940	4	275	,000

Fuente y elaboración: Propia

Siendo p-valué menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula, es decir existen diferencias significativas entre las variables

Tal como se puede demostrar de los estadísticos aplicados, no tenemos una distribución paramétrica, confirmando que no se debe aplicar ANOVA; en tal sentido aplicaremos la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, con el propósito de conocer la existencia de asociación entre variables

Así tenemos la siguiente hipótesis:

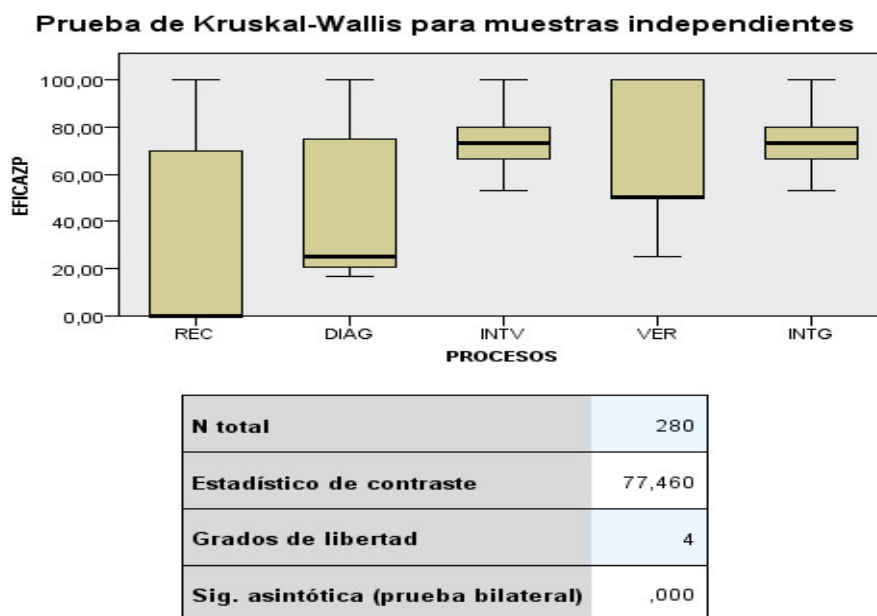
H₀: La mediana de la eficacia de los procesos son iguales: Me

H_a: La mediana de la eficacia de los procesos no son iguales

PRUEBA NO PARAMETRICAS

Figura 15.

Prueba de Kruskai-Wallis para muestras independientes



1. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

Fuente y elaboración: Propia

Figura 16.

Resumen de Prueba de Hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de EFICAZP es la misma entre las categorías de PROCESOS.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,

Fuente y elaboración propia a través del SPS

Al rechazar la hipótesis nula, se puede afirmar que las medianas de los procesos no son iguales.

Como se puede notar para el proceso técnico formados por las actividades de recepción, diagnóstico, intervención, verificación e integración de las empresas, se concluye que ha excepción de la recepción el resto de actividades del proceso nota relación con los niveles de eficacia.

Por lo tanto, se puede clasificar la variable independiente desde el punto de vista del nivel de eficacia que alcanzan los procesos técnicos en las diferentes empresas; así podemos clasificar de acuerdo al marco teórico en lo siguiente:

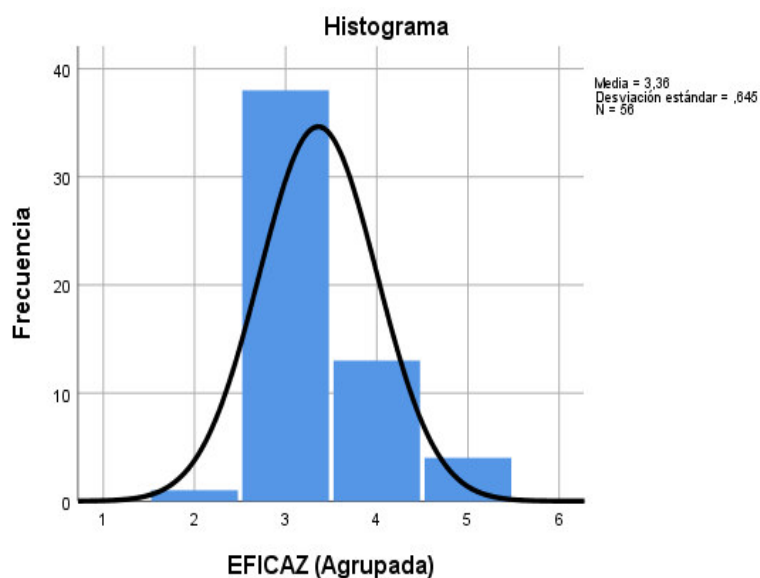
Tabla 23

Eficaz (Agrupada)

EFICACIA AGRUPADA					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	20 a 40	1	1,8	1,8	1,8
	40,01 a 60	38	67,9	67,9	69,6
	60,01 a 80	13	23,2	23,2	92,9
	80,01 a 100	4	7,1	7,1	100,0
	Total	56	100,0	100,0	

Fuente y elaboración: Propia

Figura 17.

Histograma de la eficaz agrupada

Fuente y elaboración: Propia a través del SPS.

Tal como se presenta en la tabla 23, se puede observar que la eficacia de los procesos para las empresas expresa una agrupación de acuerdo al marco teórico que ubica entre 20 al 40% de eficacia a 1.8% de empresas, de 40.01 a 60 la gran mayoría esto es el 67.9% de empresas; del 60.01 a 80% solo el 7.1% de empresas.

Habiéndose demostrado las hipótesis específicas encontrando que existe una relación entre los procesos técnicos y la eficacia, entonces podemos analizar la hipótesis principal, por la cual se supone que la eficacia de los procesos está relacionados a la efectividad, es decir vamos relacionar dos variables cuantitativas por un lado la eficacia de los procesos y por otro la efectividad representado por el tiempo promedio en horas de los servicios realizados periódicamente, para lo cual planteamos la hipótesis:

- **Hipótesis**

Ho: Las dos variables en estudio son independientes

Ha: Las dos variables en estudio están relacionadas

Para comprobar o rechazar la hipótesis aplicaremos la prueba estadística correspondiente, para su elección comprobaremos previo la normalidad de las variables; así tenemos:

- **Nivel de confianza = 5%**

Tabla 24

Prueba de Normalidad de Kolmogorov Smirnov

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico		Sig.	Estadístico		Sig.
	o	gl		o	gl	
EFICAZ	,185	56	,000	,908	56	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente y elaboración: Propia

Tal como se puede apreciar el p-valor < 0.05 , en tal razón rechazamos la hipótesis nula y podemos afirmar que los datos no se comportan como una distribución normal, en cuyo caso trataremos como una distribución no paramétrica.

Sin embargo, completaremos la prueba de normalidad para la variable efectividad, la misma que está representada por el número de horas promedio por servicio utilizados en el mantenimiento preventivo; así tenemos:

- **Hipótesis**

Ho: Los datos de las variables efectividad de los procesos tiene distribución normal

Ha: Los datos de la variable efectividad de los procesos no tiene distribución normal

- **Nivel de Significancia =5%**
- **Prueba de Normalidad de Kolmogorov Smirnov**

Tabla 25

Prueba de Normalidad de Kolmogorov Smirnov

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
NUMHHC	,138	56	,010	,955	56	,037

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente y elaboración: Propia

Tal como se puede apreciar el p-valor < 0.05 , en tal razón rechazamos la hipótesis nula y podemos afirmar que los datos no se comportan como una distribución normal, en cuyo caso trataremos como una distribución no paramétrica.

Entendiendo tanto la efectividad de los procesos como la efectividad del servicio como distribuciones no paramétricas, aplicaremos la Prueba de Spearman, para la hipótesis principal

Hipótesis

Ho: No existe relación significativa entre la eficacia de los procesos y la efectividad de los mantenimientos. Las dos variables en estudio son independientes

Ha: Existe relación significativa entre la eficacia de los procesos y la efectividad de los mantenimientos. Las dos variables en estudio están relacionadas

CORRELACIONES NO PARAMETRICAS

Tabla 26

Correlaciones no Paramétricas

		EFICAZC	NUMHHC
Rho de Spearman	EFICAZC	Coeficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	-,941**
		N	,000
			56
			56

NUMHHC	Coefficiente de correlación	-,941**	1,000
	Sig. (bilateral)	,000	.
	N	56	56

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente y elaboración: Propia

Tal como se puede apreciar de la prueba de Spearman el p-value es < 0.05 , por tal razón se debe rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, debiendo tomar como fuerza de asociación 0.941 que es el valor de la prueba de Spearman y podemos concluir en lo siguiente:

De acuerdo a la valoración de Spearman, podemos afirmar que existe relación muy alta a muy fuerte, inversa y significativa entre la eficacia de los procesos y la efectividad en los servicios realizados en las empresas de mantenimiento.

Tabla 27

Valoración de Spearman

(0 a 0.2)	Muy baja o muy débil
(0.2 a 0.4)	Baja o débil
(0.4 a 0.6)	Moderada
(0.6 a 0.8)	Alta o fuerte
(0.8 a 1)	Muy alta o muy fuerte

Fuente y elaboración: Propia

Encontrándose relacionados las variables principales de la investigación, se procede a identificar el modelo estadístico apropiado para la relación de la variable que pueda inferir en el futuro su comportamiento y poder tomar decisiones empresariales en torno al mantenimiento de equipos.

5.2.3 Determinación de correlación de variables del modelo de eficacia

En la demostración de esta última hipótesis se sustenta en concluir si la variable dependiente efectividad (medida con el indicador de horas hombre por mantenimiento) se encuentra asociada a la variable independiente eficacia de los procesos técnicos del mantenimiento (medida por sus variables e indicadores basados en estos procesos).

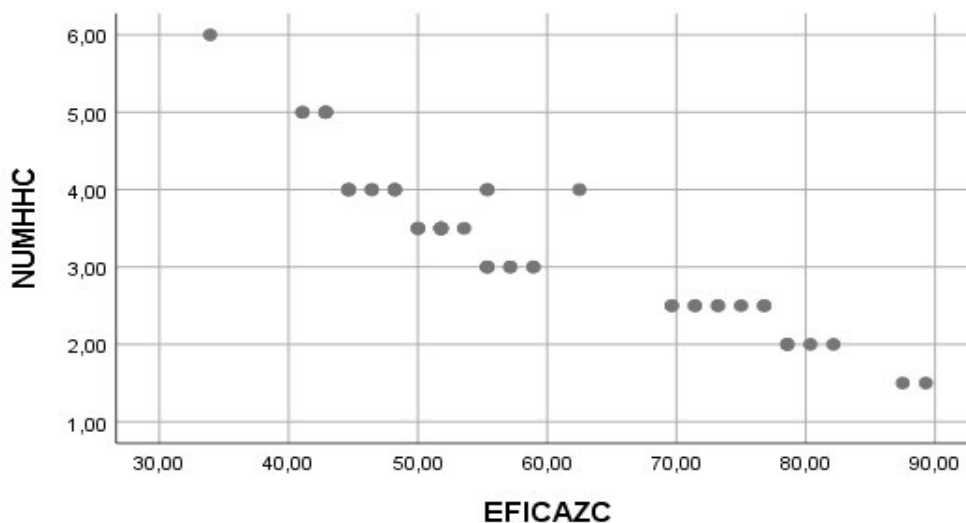
Con este propósito, se analiza el coeficiente de correlación, que es el estadístico que mide la correlación existente entre dos variables. Seguidamente se requiere diseñar el modelo, que será el que mejor se ajuste a los valores que toma la variable X y la variable Y en la realidad de cada una de las empresas encuestadas. Es así como, X_1 se refiere numéricamente a la eficacia de los procesos técnicos, representados por los procesos técnicos de recepción, diagnóstico, intervención, verificación e integración que a la vez esta formadas por su variables e indicadores como se calculó líneas arriba.

Así tenemos:

- Variable dependiente: Efectividad
- Variable independiente: Eficacia de los procesos técnicos
- Con los 56 datos de las empresas se puede graficar el diagrama de dispersión para a analizar las características del patrón de comportamiento.

Figura 18.

Diagrama de Dispersión



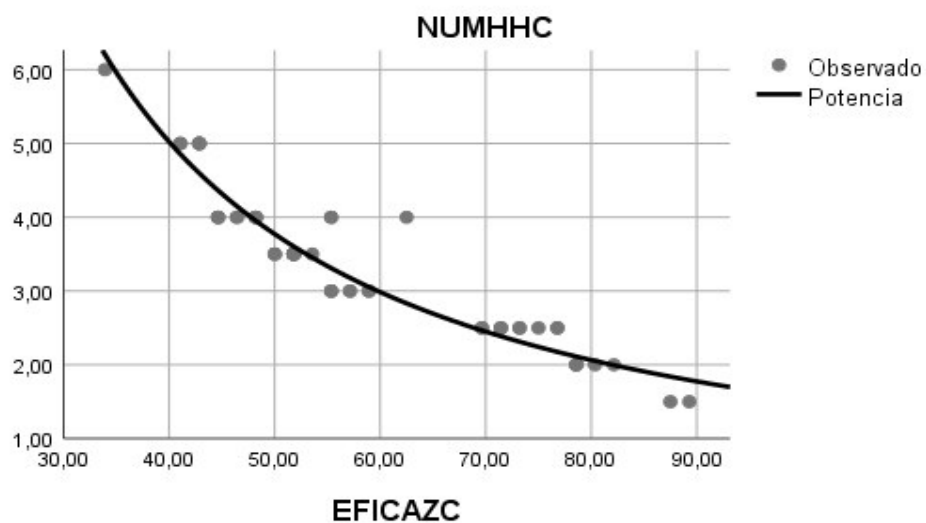
Fuente y elaboración propia a través del SPS.

Como se aprecia, los datos muestran un grado bajo de dispersión; es decir no se presentan de manera dispersa por todo el cuadrante, haciendo posible entrever una tendencia.

Se ensayó varias regresiones curvilíneas de acuerdo a las características de tendencia que se presenta en el grafico N° 18, pudiéndose ajustar a una tendencia potencial, así tenemos el siguiente diagrama, así como el resumen del modelo y estimaciones de paramétricos.

Figura 19.

Resumen del modelo y estimaciones paramétricas



Fuente y elaboración propia a través del SPS.

Tabla 28

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: NUMHHC

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro	
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1
Potencia	,911	555,273	1	54	,000	571,172	-1,283

La variable independiente es EFICAZC.

Fuente y elaboración: Propia

Siendo la ecuación:

$$\text{EFECTIVIDAD} = 571,172 * \text{EFICAZC}^{-1.283}$$

Con un índice de determinación de 0.91, lo que significa que más del 90% de la variable Efectividad es explicado por la variable eficacia de los procesos técnicos.

En este caso, el coeficiente de correlación es potencial y toma el valor de 0.91; la relación de la variable X y Y es buena, ya que supera el 0.91 y se acerca a 1, además confirma que se trata de una relación inversa. La Tabla N° 47 muestra los resultados de ingresar los datos a software SPSS, que confirma el valor de 0.91, del coeficiente de correlación potencial

De proponer un modelo curvilíneo como el expuesto en la Gráfica N° 19, se tendría que a simple vista la relación existente es inversa; Es decir, menor sea el valor de la variable dependiente, o menor la eficacia de la gestión de los procesos técnico, genera un incremento en la efectividad de mantenimiento de la empresa, en términos de mayor horas hombres por mantenimiento.

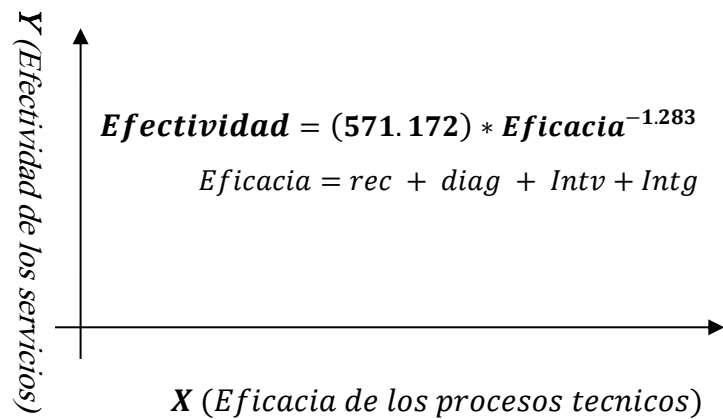
Conclusiones y Recomendaciones

1. Existen diferentes técnicas de mejoras de los procesos en general y particularmente para los procesos de mantenimientos de equipos pesados en las empresas del rubro; que permiten desde una mejora continua hasta una reingeniería del proceso.
2. En su gran mayoría las técnicas de mejora se aplican después de conseguidos los resultados con el propósito de corregirlas, siendo su aplicación retrospectiva y no se enmarca generalmente dentro de indicadores líderes, los cuales prevén los resultados.
3. No resulta siendo conveniente aplicar mejoras en los procesos si antes no se mejoran los recursos bases para ejecutar los procesos de mantenimiento; los mismos que dependen de los recursos materiales, de infraestructura, recursos humanos, procedimientos, impacto ambiental entre otros.
4. La investigación trata sobre los recursos, procedimientos e impacto en la empresa, en el entender que, si son los recursos estándar o más, es indiscutible que los servicios de mantenimiento en las empresas se aproximen a la eficacia, entendiéndose esta como el logro de los objetivos previstos.
5. La variable independiente eficacia de los procesos, ha sido desagregada en el nivel de los procesos técnicos y su eficacia del mantenimiento, siendo clasificada de acuerdo a los datos procesados y generalizados en su contrastación para las empresas del rubro, tal como se muestra a continuación:

EFICACIA DE LOS PROCESOS TECNICOS	
RANGO DE EFCACIA	EMPRESAS (%)
20.01 - 40.00	1.8
40.01 - 60.00	67.9
60.01 - 80.00	23.
80.01 - 90.00	7.1

6. Los procesos básicos en la cadena de valor de las empresas dedicadas al mantenimiento de equipos pesados son: Recepción, Diagnostico, Intervención, Verificación e Integridad, este último referido a la seguridad y medio ambiente; procesos necesarios para obtener resultados eficaces.
7. Cada uno de los procesos técnicos del mantenimiento, generan dimensiones que en la medida de su desarrollo se puede medir; así podemos afirmar, entre otros que el proceso técnico de recepción para lograr sus objetivos requiere de infraestructura y recursos humanos en el nivel de indicadores deseados.
8. Los tipos de mantenimientos que generalmente ofertan estos tipos de empresas son: El mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo; la información, los procesos y las evaluaciones ha tomado como partida los mantenimientos preventivos al ser estos más estandarizados por los fabricantes de e estos equipos, además de más previsibles.
9. El nivel de desarrollo en la eficacia de los procesos técnicos se influye significativamente en la efectividad de los servicios de mantenimientos de equipos pesados, redundando en mejorar las horas hombre empleadas por los mantenimientos, así como en la calidad de la intervención, colocando a estas empresas en un nivel de competitividad en el mercado donde se desarrollan.

10. El modelo que resume la relación entre la eficacia de los procesos técnicos de mantenimiento y la efectividad de sus servicios, y que de acuerdo a los indicadores y coeficientes planteados puede inferir la aproximación a su eficacia es el siguiente:



11. Este modelo debería ser de utilidad para cualquier empresa cuyo rubro se orienta al mantenimiento de equipos pesados, a efectos de equilibrar su nivel de competitividad, que finalmente redunde en un mejor servicio y mayores beneficios para las empresas.

Recomendaciones

Entre las recomendaciones se tiene:

- Las empresas de mantenimiento de equipos pesados encargadas de su sostenibilidad deben mejorar todos los recursos que involucran sus procesos técnicos, así como su medida de seguridad y medio ambiente; para ello debe invertir recursos con el propósito de aplicar herramientas de gestión que potencialicen los recursos básicos.
- Las empresas deben planificar su mantenimiento, estableciendo sus objetivos y metas, para con los indicadores estudiados medir y aproximarse a la eficacia de sus procesos técnicos de mantenimiento, previo a los resultados alcanzados.
- Es importante aplicar las técnicas modernas del mantenimiento, sin embargo, sus máximos aprovechamientos se verán si antes, los procesos técnicos han conseguido un nivel aceptable de eficacia; al contar con los recursos necesarios para su desarrollo.
- El modelo presentado basado en variables, dimensiones, indicadores e índices de gestión no solo debe ser empleado para medir el nivel de competitividad de las empresas y su efectividad en el mantenimiento sino también debe ser aplicado como guía para la elaboración de planes y programas que busquen mejorar la eficacia del servicio realizado por las empresas del rubro.

Referencias bibliográficas

- Barrios, A. y Ortiz, M. (2013). Procedimiento para la gestión de mantenimiento utilizando herramientas de la cuarta generación. Contribuciones a la Economía.
<https://ideas.repec.org/a/erv/contri/y2013i2013-018.html>
- Bassante, A. (2012). Organización y Gestión del mantenimiento en los equipos de la empresa de Ingeniería de Maquinaria INGEMAQ (Tesis de pregrado). Riobamba, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo de la Facultad de Mecánica, Ecuador.
<http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/2402>
- Benites, L. (2015). Procedimiento para la gestión de los recursos comunes a los subsistemas de Producción y de Mantenimiento. Aplicación en la subdivisión productiva Maquinaria Pesada de la UEB Planta Mecánica. Santa Clara, Universidad Central Marta Abreu de las Villas, Cuba.
<http://dspace.uclv.edu.cu:8089/handle/123456789/5539>
- Bernal, Á. (2012). Manejo y Optimización de las Operaciones de Mantenimiento Preventivo y Correctivo en un Taller Automotriz (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
<http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/21533>
- Caballero, A. (2011). Metodología de la Investigación. Lima: Técnico Científica S.A.
- Centro de Capacitación y Demostración KMMP (2014). Komatsu. Gestión del mantenimiento en maquinarias pesadas. www.home.komatsu.com
- Chau Lam, Joanna (2010). Gestión del Mantenimiento de equipos en proyectos de movimiento de tierras (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/813>

CNH INDUSTRIAL N.V. (2019). CNH INDUSTRIAL: Consolidated Statement of Operation Data. www.chnindustrial.com

Deere & Company Annual Report (2018). Deere&Company: statement of consolidated income. www.annualreports.com

Escuder Vallés , R., Méndez Martínez , M., y Méndez Martínez, S. (2000). La evaluación de la eficacia organizacional como indicador del grado. Comunicaciones XIV Reunión. Universidad de Oviedo, España: Asepelt España. <https://www.asepelt.org/ficheros/File/Anales/2000%20-%20Oviedo/Trabajos/PDF/162.pdf>

Galar, D., Parida, A., Kumar, U., Stenström, C., y Berges, L. (2011). Maintenance performance metrics: a state-of-the-art review. Journal of Quality in Maintenance Engineering. pp. 233-277. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JQME-05-2013-0029/full/html>

García, J. (2011). Factores relacionados con el éxito del mantenimiento productivo total. Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia N.º 60, 129-140. <https://www.redalyc.org/pdf/430/43021583012.pdf>

INEI (2020). Informe Técnico 02. Producción Nacional: Evolución sectorial (PERU). www.inei.gob.pe

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (INEI, 2017). Informe Técnico N° 12 de la Producción Nacional hasta octubre del 2017. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe-tecnico-n12_produccion-nacional-octubre2017.pdf.

Investing.com: Komatsu. Cuentas de resultados 6301. (2020). <http://www.investing.com>

- Kotze, R., & Visser, J. (2012). An analysis of maintenance performance systems in the south african mining industry. *South African Journal of Industrial Engineering*, 23 (3), 13-29.
- Laureano, J. (2018). Infominero: Ranking Mundial de Fabricantes de Maquinarias Pesadas.
www.infominero.pe
- Mantilla, O., y Sanchez García, J. M. (2012). Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma. *Estudios Gerenciales*. 28(124). pp. 23-43.
<http://www.scielo.org.co/pdf/eg/v28n124/v28n124a03.pdf>
- Meneses, R., y Navarro, J. (2015). ¿Cómo mejorar la eficacia de los equipos a través de los procesos grupales? Un ejemplo en la industria automotriz. *Papeles de Psicólogo*. Vol. 36(3). pp. 224-229.
<http://www.papelesdelpsicologo.es/>
- Ortiz, N., y Serrano, L. (2012). Una revisión de los modelos de mejoramiento de procesos con enfoque en el rediseño. *Estudios Gerenciales*. vol. (28). pp.13-22.
<https://www.redalyc.org/pdf/212/21226279002.pdf>
- Ramos, E. (2006). Análisis de la eficacia organizacional en el modelo de sistemas. *Revista del Ministerio de Trabajo y asuntos sociales: Revista del Ministerio de Trabajo e Inmigración* / (61), pp. 145-155.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1985775>
- SchaLock , R., Verdugo , M., Lee , C.-S., Lee , T., Van Loon, J., Swart, K., y Claes, C. (2015). *Manual de la Escala de Eficacia y Eficiencia Organizacional (OEES)*. Un enfoque sistemático para mejorar los resultados organizacionales. Salamanca, Universidad de Salamanca, España: Instituto Universitario de Integración en la Comunidad.
https://sid.usal.es/idocs/F8/FDO26899/Herramientas_9_2015.pdf

Smith, E. (2016). El impacto de la estrategia de calidad en el desempeño de la organización.

Revista Ciencias Estratégicas. 24(35). pp. 15-31.

<https://www.redalyc.org/pdf/1513/151352655002.pdf>

Soria, O. (2017). Indicadores de clase mundial utilizados como herramienta de control en la

gestión de mantenimiento preventivo y correctivo de equipo pesado, en minería

subterránea de oro (Tesis de pregrado). Universidad San Carlos de Guatemala,

Guatemala.

<http://biblioteca.ingenieria.usac.edu.gt/>

Stock analysis on net (2020). Caterpillar. Inc. Cuenta de Resultados Consolidados. www.Stock-

analysis-on.net

Tsang, A. (2000). Maintenance Performance Management - Gestión del rendimiento de

mantenimiento en Organizaciones de Capital Intensivo (Tesis doctoral). Universidad de

Toronto, Canadá.

Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., y Crespo, A. (2013). Propuesta de un

modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. Revista

chilena de ingeniería.21(1). pp. 125-138.

https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-33052013000100011&lng=n&nrm=iso

Zegarra, M. (2015). Gestión moderna del mantenimiento de equipos pesados - Modern Heavin

Equipment Maintenance Management. Ciencia y Desarrollo. 18 (1). pp. 57-67.

<http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/CYD/index>

Anexo A.

**Encuesta: Indicadores de eficacia basados en los procesos críticos en las empresas de
mantenimiento de equipos pesados**



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE
SAN MARCOS

Universidad del Perú. Decana de América

**ENCUESTA: INDICADORES DE EFICACIA BASADOS EN LOS PROCESOS
CRITICOS EN LAS EMPRESAS DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS
PESADOS**

CAPÍTULO I: IDENTIFICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA EMPRESA

1.1 DE LA EMPRESA

1. N° RUC	2. Razón social o apellidos y nombres del propietario	3. Nombre comercial de la empresa
4. Página Web (Opcional)	5. Correo electrónico (Opcional)	6. Teléfono (Opcional)
7. Distrito	8. Dirección	
9. Descripción de la actividad económica principal		

1.2 DEL INFORMANTE

1.	Apellidos y nombres del informante	Cargo	Otros datos (Teléfono o correo electrónico)

CAPÍTULO II: ÁREAS DE SERVICIO Y PROCESOS EN LA EMPRESA

Esta encuesta recolecta información sobre los procesos críticos desarrollados en su empresa o taller de mantenimiento en el presente año 2018, así como los indicadores relacionados a estos.

1. En el presente año, cuenta su empresa con **áreas de servicio exclusiva** para la realización de los siguientes procesos del servicio de mantenimiento:

Procesos	SI	NO
a) Recepción		
b) Diagnostico		
c) Intervención		
d) Verificación		
e) Área general para todos los servicios		

2. De los procesos cotidianos de mantenimiento que usted realiza: Recepción, diagnostico, intervención y verificación.

	Procesos
a. ¿Cuál de ellos considera el más importante?.....	
b. ¿El segundo en importancia?.....	
c. ¿El tercero en importancia?.....	
d. ¿El cuarto en importancia?.....	

CAPÍTULO III: INFRAESTRUCTURA

3. Con respecto a la infraestructura en la empresa y el espacio donde se desarrollan los procesos del servicio de mantenimiento, con qué características cuenta:

(Observación: Para el encuestador, si respondió la alternativa “e” en la **pregunta 1**, se deberá consultar solo por el ítem “3. **Intervención**” de la **pregunta 3**)

(Respuesta múltiple)

ÁREA		
1. Recepción	a) Con zanja de inspección	
	b) Con área de lavado	
	c) Terceariza el lavado	
	d) Otro sistema de inspección (Elevador Hidráulico)	
2. Diagnostico	a) Con zanja de inspección	
	b) Otro sistema de inspección.	
3. Intervención	a) Con zanja de inspección	
	b) Otro sistema de inspección (Elevador o gatas hidráulicas, etc)	

CAPÍTULO IV: DOTACIÓN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

<p>4. Cuando realiza el servicio de diagnóstico del equipo pesado, ¿con cuál de las siguientes herramientas no cuenta ni utiliza?: (opción múltiple)</p>	<p>5. Cuando tiene que realizar el servicio de mantenimiento correctivo o preventivo del equipo pesado, ¿con cuál de las siguientes herramientas no cuenta ni utiliza?: (opción múltiple)</p>																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr><td style="padding: 2px;">Kit básico herramientas (pinza, martillo de goma, llaves mixtas)</td><td style="width: 50px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Kit de herramientas de precisión (Pie de rey, micrómetro)</td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Multitester</td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Pistola neumática</td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Compresímetro</td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Escáner</td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Analizador de gases</td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Manómetro de aire acondicionado</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Kit básico herramientas (pinza, martillo de goma, llaves mixtas)		Kit de herramientas de precisión (Pie de rey, micrómetro)		Multitester		Pistola neumática		Compresímetro		Escáner		Analizador de gases		Manómetro de aire acondicionado		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr><td style="padding: 2px;">Kit básico de herramientas</td><td style="width: 50px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Kit de herramientas de precisión</td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Multitester</td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Torquímetro</td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Caudalímetro</td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Pistola neumática</td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Drenador de aceite</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Kit básico de herramientas		Kit de herramientas de precisión		Multitester		Torquímetro		Caudalímetro		Pistola neumática		Drenador de aceite			
Kit básico herramientas (pinza, martillo de goma, llaves mixtas)																																	
Kit de herramientas de precisión (Pie de rey, micrómetro)																																	
Multitester																																	
Pistola neumática																																	
Compresímetro																																	
Escáner																																	
Analizador de gases																																	
Manómetro de aire acondicionado																																	
Kit básico de herramientas																																	
Kit de herramientas de precisión																																	
Multitester																																	
Torquímetro																																	
Caudalímetro																																	
Pistola neumática																																	
Drenador de aceite																																	
<p>6. Para la realización del servicio de mantenimiento en sus instalaciones en general, ¿con cuál de los siguientes equipos no cuenta?: (opción múltiple)</p>	<p>7. Tras realizar el servicio de mantenimiento a un equipo pesado, para el control de calidad, ¿utiliza los siguientes equipos en mención? (opción múltiple)</p>																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr><td style="padding: 2px;">Banco de trabajo mecánico</td><td style="width: 50px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Taladro de pie o de columna</td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Teclé manual apropiado</td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Teclé eléctrico apropiado</td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Compresímetro</td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Escáner</td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Grúa de taller</td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Equipo de soldadura</td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Cargador de batería</td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Banco de inyectores</td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Gata hidráulica</td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Vacuómetro</td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Osciloscopio</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Banco de trabajo mecánico		Taladro de pie o de columna		Teclé manual apropiado		Teclé eléctrico apropiado		Compresímetro		Escáner		Grúa de taller		Equipo de soldadura		Cargador de batería		Banco de inyectores		Gata hidráulica		Vacuómetro		Osciloscopio		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr><td style="padding: 2px;">Multitester</td><td style="width: 50px;"></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Escáner</td><td></td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Analizador de gases</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Multitester		Escáner		Analizador de gases	
Banco de trabajo mecánico																																	
Taladro de pie o de columna																																	
Teclé manual apropiado																																	
Teclé eléctrico apropiado																																	
Compresímetro																																	
Escáner																																	
Grúa de taller																																	
Equipo de soldadura																																	
Cargador de batería																																	
Banco de inyectores																																	
Gata hidráulica																																	
Vacuómetro																																	
Osciloscopio																																	
Multitester																																	
Escáner																																	
Analizador de gases																																	

CAPÍTULO V: RECURSOS HUMANOS EN LA EMPRESA

8. Tienen como política de la empresa, asignar personal para cada área de servicio (recepción, diagnóstico, intervención y verificación) o para todos los servicios del taller

Recepción	
Diagnostico	
Intervención	
Control de calidad	
Todos los servicios	

9. Cuáles son los niveles académicos alcanzados por sus trabajadores responsables en los procesos de servicio con que cuenta y cuantos años de experiencia tienen respecto el servicio donde intervienen:

(Observación: Para el encuestador, si respondió la alternativa “e” en la **pregunta 1**, se deberá consultar solo por el ítem “**8. 3. Intervención**” de la **pregunta 9**)

(Respuesta múltiple)

Procesos	Nivel alcanzado por el trabajador	Años de experiencia
9.1. Recepción	a) Trabajador empírico b) Trabajador técnico c) Trabajador profesional	a) Experiencia hasta 3 años b) Experiencia más de 3, menos de 6 años c) Experiencia 6 años a mas
9.2. Diagnostico	a) Trabajador empírico b) Trabajador técnico c) Trabajador profesional	a) Experiencia hasta 3 años b) Experiencia más de 3, menos de 6 años c) Experiencia 6 años a mas

Procesos	Nivel alcanzado por el supervisor	Años de experiencia del supervisor
9.3. Intervención	a) Sin supervisión b) Supervisor empírico c) Supervisor técnico d) Supervisor profesional	a) Experiencia hasta 3 años b) Experiencia más de 3, menos de 6 años c) Experiencia 6 años a mas
	Número de trabajadores	Nivel alcanzado
	Total: _____	A) Empírico
		B) Técnico
		C) Profesional
		D) Practicante

10. Con respecto al control de calidad, tras el servicio de mantenimiento. ¿Cuenta con personal dedicado al control de calidad?

10.1. Verificación	NO	a)	Sin personal en control de calidad
	SI	b)	Control de calidad por supervisor de intervención
		c)	Supervisor de calidad

11. Respecto a la pregunta anterior, si respondió "SI" y "C", cual es el nivel académico y experiencia del supervisor:

Procesos	Nivel alcanzado por el supervisor	Años de experiencia del supervisor
11.1. Verificación	a) Supervisor empírico b) Supervisor técnico c) Supervisor profesional	d) Experiencia hasta 3 años e) Experiencia más de 3, menos de 6 años f) Experiencia 6 años a mas

CAPÍTULO VI: MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

12. Respecto a los métodos y procedimientos con los que cuenta su empresa, mencione lo siguiente:

Métodos y procedimientos	SI	NO				
11.1. ¿Realizan estudios de tiempos y movimientos? (Sirve para saber cuántas horas hombres emplean en cada trabajo)						
11.2. ¿Hacen mejora continua de procesos?						
11.3. En el taller de reparación, ¿utilizan el Método RCM de mantenimiento?						
11.4. En el taller de reparación, ¿utilizan el Método Tradicional de mantenimiento?						
11.5. Realizan y mantienen un registro del estado, condiciones y servicios a las unidades reparadas						
a) Si respondió "SI" a la pregunta anterior, especifique:						
<table border="1"> <tr> <td>Registro en tarjeta de mantenimiento (Se registra todas las veces que llega el vehículo en una ficha)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Registro histórico del mantenimiento (Implica llevar un registro computarizado, con un histórico de las evaluaciones y reparaciones que haya presentado el vehículo en cada visita al taller)</td> <td></td> </tr> </table>	Registro en tarjeta de mantenimiento (Se registra todas las veces que llega el vehículo en una ficha)		Registro histórico del mantenimiento (Implica llevar un registro computarizado, con un histórico de las evaluaciones y reparaciones que haya presentado el vehículo en cada visita al taller)			
Registro en tarjeta de mantenimiento (Se registra todas las veces que llega el vehículo en una ficha)						
Registro histórico del mantenimiento (Implica llevar un registro computarizado, con un histórico de las evaluaciones y reparaciones que haya presentado el vehículo en cada visita al taller)						
11.6. Finalizado el servicio y reparado el vehículo, ¿emiten informes al cliente?						
b) Si respondió "SI" a la pregunta anterior, ¿usted emite informes escritos de la intervención?						

CAPÍTULO VII: SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

13. Respecto a aspectos de seguridad y medio ambiente, mencione lo siguiente:

(Entrevistador: Consulte solo las preguntas de azul, las demás deberá deducirlas por observación)

Categorías	Aspectos		Consulta directa		Por observación	
			SI	NO	SI	NO
Seguridad	13.1. ¿Cuenta con los siguientes elementos básicos de seguridad?	Uniformes o equipos de protección personal	-----			
		Extintor				
		Botiquín				
		Señales de advertencia, prohibición, obligación, contra incendios. Como: indicadores de seguridad, riesgo, alto voltaje, etc.				
		Correcta instalación eléctrica.				
13.2. ¿Cuenta con los siguientes elementos de seguridad integral?	Certificado de defensa civil					
	Seguro contra riesgo					
	Seguro contra robo					
	Otros:					
Sistema de distribución de planta	13.3. ¿Cuenta con Correcta distribución y orden de los equipos o herramientas a utilizar?					
	13.4. ¿Cuenta con Áreas correctamente delimitadas?					
Tratamiento de aceite	13.5. ¿Cómo realiza la eliminación de residuos (como aceites)?	De manera informal (Eliminación o venta de aceite informal)				
		Con la obtención de certificado (Eliminación o venta de aceite con certificado)				

CAPÍTULO VIII: EFECTIVIDAD

14. ¿En 2017, cuántos servicios de mantenimiento y reparación realizó en promedio mensualmente?		
15. Del 100% de los servicios que realizó, ¿cuántos fueron correctivos y cuantos fueron preventivos?		
	Correctivos	
	Preventivos	
16. ¿Cuántos trabajadores intervienen en el proceso general de reparación o mantenimiento de vehículos, sean preventivos o correctivos, incluyendo control de calidad, seguridad y medio ambiente y métodos y procedimientos?		
17. Por unidad de vehículo, cuál es el tiempo promedio que demora en dar un servicio (En horas):		
	Correctivos	
	Preventivos	

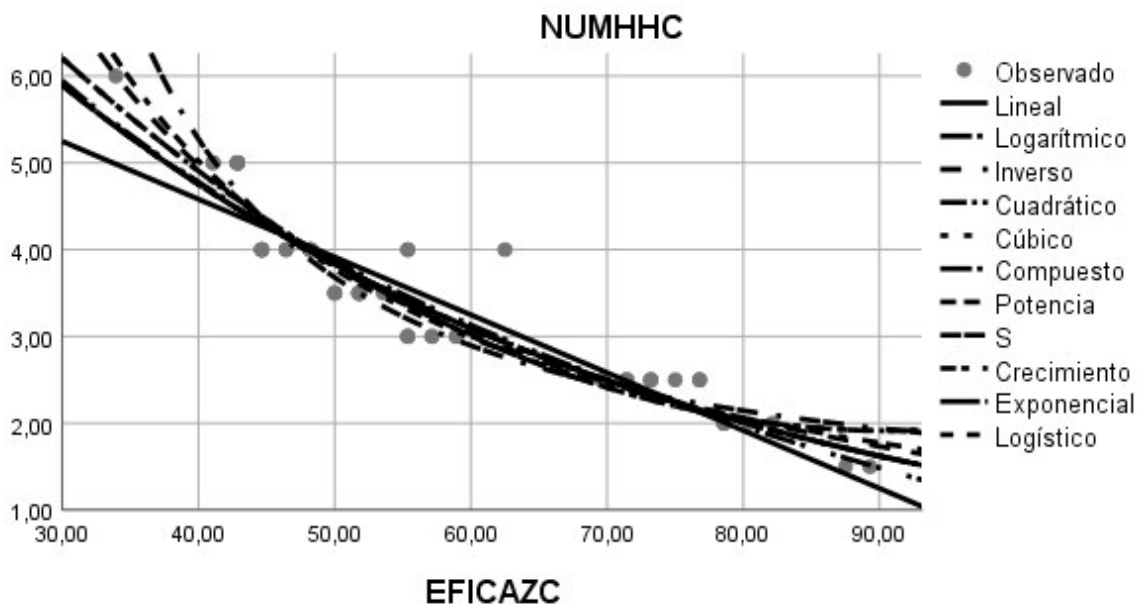
Anexo B.

Resumen de modelo y estimaciones de parámetro

Variable dependiente: NUMHHC

Ecuación	Resumen del modelo					Estimaciones de parámetro			
	R cuadrado	F	gl1	gl2	Sig.	Constante	b1	b2	b3
Lineal	,850	306,414	1	54	,000	7,246	-,067		
Logarítmico	,887	425,406	1	54	,000	19,757	-4,060		
Inverso	,907	525,281	1	54	,000	-,854	232,849		
Cuadrático	,892	219,085	2	53	,000	11,501	-,212	,001	
Cúbico	,892	219,085	2	53	,000	11,501	-,212	,001	,000
Compuesto	,911	552,604	1	54	,000	11,240	,979		
Potencia	,911	555,273	1	54	,000	571,172	-1,283		
S	,890	438,865	1	54	,000	-,136	71,958		
Crecimiento	,911	552,604	1	54	,000	2,419	-,022		
Exponencial	,911	552,604	1	54	,000	11,240	-,022		
Logística	,911	552,604	1	54	,000	,089	1,022		

La variable independiente es EFICAZC.



Resumen de procesamiento de variables

	Variables	
	Dependiente NUMHHC	Independiente EFICAZC
Número de valores positivos	56	56
Número de ceros	0	0
Número de valores negativos	0	0
Número de valores perdidos	0	0
	Perdido por el usuario	0
	Perdido por el sistema	227
		227

Lineal

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
,922	,850	,847	,390

La variable independiente es EFICAZC.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	46,665	1	46,665	306,414	,000
Residuo	8,224	54	,152		
Total	54,888	55			

La variable independiente es EFICAZC.

Coefficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
	B	Desv. Error	Beta	t	
EFICAZC	-,067	,004	-,922	-17,505	,000
(Constante)	7,246	,225		32,246	,000

Logarítmico

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
,942	,887	,885	,338

La variable independiente es EFICAZC.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	48,706	1	48,706	425,406	,000
Residuo	6,183	54	,114		
Total	54,888	55			

La variable independiente es EFICAZC.

Coefficientes

	Coefficients no estandarizados		Coefficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Desv. Error	Beta		
ln(EFICAZC)	-4,060	,197	-,942	-20,625	,000
(Constante)	19,757	,793		24,902	,000

Inverso

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
,952	,907	,905	,308

La variable independiente es EFICAZC.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	49,772	1	49,772	525,281	,000
Residuo	5,117	54	,095		
Total	54,888	55			

La variable independiente es EFICAZC.

Coeficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Desv. Error	Beta		
1 / EFICAZC	232,849	10,160	,952	22,919	,000
(Constante)	-,854	,191		-4,471	,000

Cuadrático**Resumen del modelo**

R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
,945	,892	,888	,334

La variable independiente es EFICAZC.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	48,966	2	24,483	219,085	,000
Residuo	5,923	53	,112		
Total	54,888	55			

La variable independiente es EFICAZC.

Coefficientes

	Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados		Sig.
	B	Desv. Error	Beta	t	
EFICAZC	-,212	,032	-2,928	-6,589	,000
EFICAZC ** 2	,001	,000	2,017	4,538	,000
(Constante)	11,501	,957		12,013	,000

Cúbico**Resumen del modelo**

R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
,945	,892	,888	,334

La variable independiente es EFICAZC.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	48,966	2	24,483	219,085	,000
Residuo	5,923	53	,112		
Total	54,888	55			

La variable independiente es EFICAZC.

Coefficientes

	Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados		Sig.
	B	Desv. Error	Beta	t	
EFICAZC	-,212	,032	-2,928	-6,589	,000
EFICAZC ** 2	,001	,000	2,017	4,538	,000
(Constante)	11,501	,957		12,013	,000

Compuesto

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
,954	,911	,909	,094

La variable independiente es EFICAZC.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	4,863	1	4,863	552,604	,000
Residuo	,475	54	,009		
Total	5,338	55			

La variable independiente es EFICAZC.

Coefficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Desv. Error	Beta		
EFICAZC	,979	,001	,385	1093,114	,000
(Constante)	11,240	,607		18,514	,000

La variable dependiente es ln(NUMHHC).

Potencia

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
,955	,911	,910	,094

La variable independiente es EFICAZC.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	4,865	1	4,865	555,273	,000
Residuo	,473	54	,009		
Total	5,338	55			

La variable independiente es EFICAZC.

Coefficientes

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
	B	Desv. Error	Beta	t	
ln(EFICAZC)	-1,283	,054	-,955	-23,564	,000
(Constante)	571,172	125,356		4,556	,000

La variable dependiente es ln(NUMHHC).

S**Resumen del modelo**

R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
,944	,890	,888	,104

La variable independiente es EFICAZC.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	4,753	1	4,753	438,865	,000
Residuo	,585	54	,011		
Total	5,338	55			

La variable independiente es EFICAZC.

Coefficientes

	Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados		Sig.
	B	Desv. Error	Beta	t	
1 / EFICAZC	71,958	3,435	,944	20,949	,000
(Constante)	-,136	,065		-2,110	,040

La variable dependiente es ln(NUMHHC).

Logística**Resumen del modelo**

R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
,954	,911	,909	,094

La variable independiente es EFICAZC.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Regresión	4,863	1	4,863	552,604	,000
Residuo	,475	54	,009		
Total	5,338	55			

La variable independiente es EFICAZC.

Coefficientes

	Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados		Sig.
	B	Desv. Error	Beta	t	
EFICAZC	1,022	,001	2,597	1093,114	,000
(Constante)	,089	,005		18,514	,000

La variable dependiente es ln(1 / NUMHHC).

