

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“DETERMINACIÓN DE LA CORRELACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD EN LA PRODUCTIVIDAD ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA DE TRANSPORTES SAN FRANCISCO S.R.L, 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial



Autores:

Arturo Alexander Alva Cabrera
Freddy Omar Alva Cabrera

Asesor:

Mg. Ing. Wilson Alcides Gonzales Abanto

Cajamarca - Perú

2021

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a lo más grande que se tiene en la vida, “La familia” nuestros padres, hermanos, esposas e hijos, quienes son nuestros pilares para seguir creciendo humanamente y profesionalmente.

“Siempre parece imposible hasta que se hace “

Nelson Mandela

AGRADECIMIENTO

Agradecemos A Dios Todo poderoso y bondadoso, que nos ha dado la capacidad y fuerza para terminar este proyecto, ya que sin Él nada es posible.

También agradecemos aquellas personas que han aportado un granito de arena para que esta tesis llegue a su culminación.

Un agradecimiento a la Universidad Privada del Norte y a la Facultad de Ingeniería por habernos aceptado ser parte de ella y abrirnos las puertas de su seno científico para poder estudiar nuestra segunda carrera profesional, así como también a los diferentes docentes que nos brindaron sus conocimientos y apoyo para seguir adelante día a día.

Nuestro Agradecimiento especial al Gerente Propietario de la Empresa Transportes San Francisco el Sr. Yimmy Cueva, por haber aceptado que realicemos nuestra tesis en su prestigiosa empresa.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE CONTENIDOS	4
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
RESUMEN.....	9
ABSTRAC	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad problemática.....	11
1.2. Formulación del problema	14
1.2.1. Problema general.....	14
1.2.2. Problemas específicos	14
1.3. Objetivos	15
1.3.1. Objetivo general	15
1.3.2. Objetivos específicos.....	15
1.4. Hipótesis.....	15
1.4.1. Hipótesis general	15
1.4.2. Hipótesis específicas	16
CAPITULO II. METODOLOGÍA.....	17
2.1. Tipo de investigación	17
2.1.1. Tipo de investigación	17
2.2.2. Diseño de la investigación.....	18
2.2. Población y muestra	18
2.3. Matriz de Operacionalización de variables	19
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	20
2.4.1. Técnicas de recolección de datos	20
2.4.2. Técnicas de análisis de datos.....	20
2.5. Procedimiento	20
2.6. Aspectos éticos.....	23

CAPÍTULO III. RESULTADOS	24
3.1. Correlación del mantenimiento centrado en la confiabilidad en la productividad organizacional	24
3.1.1. Análisis mantenimiento centrado en la confiabilidad	24
3.1.2. Análisis de cuestionario productividad organizacional	27
3.1.3. Determinación de la correlación del mantenimiento centrado en la confiabilidad en la productividad organizacional	30
3.2. Correlación de del análisis de modo de falla (AMFE) en la gestión del mantenimiento de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.....	32
3.2.1. Análisis modos de falla - AMFE de los sistemas en los vehículos	32
3.2.2. Análisis de la gestión del mantenimiento.....	38
3.2.3. Determinación de la correlación del análisis de modo de falla (AMFE) en la gestión del mantenimiento.....	44
3.3. Correlación de la realización de análisis de causa-raíz en el desempeño operativo de la empresa de transporte San Francisco S.R.L.....	46
3.3.1. Análisis causa – raíz de problemas identificados	46
3.3.2. Análisis del desempeño operativo de la empresa.....	58
3.4. Correlación de la capacidad de los activos en los costos de mantenimiento de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.....	64
3.4.1. Análisis de la capacidad de los activos	64
3.4.2. Análisis de costos de mantenimiento	69
3.4.3. Determinación de la correlación de la capacidad de los activos en los costos de mantenimiento.....	73
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	75
4.1. Discusión.....	75
4.2. Conclusiones	82
REFERENCIAS	83
ANEXO 1: Matriz de consistencia.....	85
ANEXO 2: Matriz Operacionalización de la variable “Mantenimiento centrado en la confiabilidad”	87
ANEXO 3: Matriz de operacionalización de la variable “Productividad organizacional”	89
ANEXO 4: Instrumento de recopilación de datos, variable “Mantenimiento centrado en la confiabilidad”	91
ANEXO 5: Instrumento de recopilación de datos, variable “Productividad organizacional”.....	93
ANEXO 6: Valoración de expertos variable “Mantenimiento centrado en la confiabilidad”.....	95

ANEXO 7: Valoración de expertos variable “Productividad organizacional”.....	97
ANEXO 8: Pruebas de normalidad	99
ANEXO 9: Matriz de análisis modal de fallas y efectos.....	103
ANEXO 10: Análisis estadísticos descriptivos	104

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización variable “Mantenimiento centrado en la confiabilidad”.....	19
Tabla 2 Operacionalización variable “Productividad organizacional”	19
Tabla 3 Base de datos cuestionario por variables “RCM y Prod.Org.”	30
Tabla 4 Resultado análisis estadístico en SPSS “CMR y Productividad organizacional”	30
Tabla 5 Modos de fallas por sistema y nivel de prioridad de riesgo inicial	32
Tabla 6 Modos de fallas por sistema y nivel de prioridad de riesgo inicial...continuación tabla 5	32
Tabla 7 Frecuencia modos de falla vehicular.....	34
Tabla 8 Niveles de prioridad de riesgo esperado al aplicar controles adicionales	35
Tabla 9 Niveles de prioridad de riesgo esperado al aplicar controles adicionales...continuación tabla 8.....	36
Tabla 10 Plan de mantenimiento programado 2020.....	38
Tabla 11 Plan de mantenimiento programado 2020...continuación tabla 10	39
Tabla 12 Plan de mantenimiento programado 2020...continuación tabla 10	40
Tabla 13 Mantenimiento programado vs. Mantenimiento ejecutado	41
Tabla 14 Mantenimiento programado vs. Mantenimiento ejecutado continuación tabla 13.....	42
Tabla 15 Base de datos dimensiones “Nivel de prioridad de riesgo de modo de falla y cumplimiento del plan de mantenimiento”	44
Tabla 16 Resultado análisis estadístico en SPSS “Nivel de prioridad de riesgo de modos de falla y cumplimiento del plan de mantenimiento”	44
Tabla 17 Problemas crónicos identificados en órdenes de trabajo - OT's	46
Tabla 18 Problemas crónicos por ranking en el año 2020	57
Tabla 19 Clientes reales en el año 2020.....	58
Tabla 20 Satisfacción desempeño operativo	60
Tabla 21 Base de datos dimensiones “problemas crónicos año 2020 y satisfacción del desempeño operativo”.....	62
Tabla 22 Resultado análisis estadístico en SPSS “Problemas crónicos de análisis causa-raíz y desempeño operativo de unidades”.....	62
Tabla 23 Órdenes de servicio de unidades vehiculares.....	64
Tabla 24 Inoperatividad de unidades vehiculares	67
Tabla 25 Costos estándar de mantenimiento anual/Unidad vehicular.....	69
Tabla 26 Costos estándar de mantenimiento anual/Unidad vehicular...continuación tabla 25 ..	70
Tabla 27 Costos estándar de mantenimiento anual/Unidad vehicular...continuación tabla 25 ..	71
Tabla 28 Ejecución presupuesto mantenimiento programado.....	72
Tabla 29 Ejecución presupuesto mantenimiento programado.... continuación tabla 28	72
Tabla 30 Base de datos dimensiones “Capacidad de los activos año 2020 y mantenimiento ejecutado”.....	73
Tabla 31 Resultado análisis estadístico en SPSS “Capacidad de los activos y mantenimiento ejecutado”.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Correlación del mantenimiento centrado en la confiabilidad y productividad organizacional	21
Figura 2 Correlación Análisis de modo de Falla – AMFE y Gestión del mantenimiento.....	21
Figura 3 Correlación Análisis causa raíz y Desempeño operativo.....	22
Figura 4 Correlación Capacidad de los activos y Costos del mantenimiento	22
Figura 5 Análisis de modos de falla (AMFE)	24
Figura 6 Análisis de causa raíz.....	25
Figura 7 Análisis capacidad del activo.....	26
Figura 8 Análisis gestión del mantenimiento	27
Figura 9 Análisis del desempeño operativo	28
Figura 10 Análisis costos de mantenimiento.....	29
Figura 11 Gráfica de dispersión de datos CMR y Productividad organizacional	31
Figura 12 Frecuencia de incidencia de modos de falla en los sistemas de la flota vehicular.....	34
Figura 13 Gráfica de dispersión de datos Nivel de prioridad de riesgo de modos de falla y Cumplimiento del plan de mantenimiento	45
Figura 14 Causa – raíz del problema “Ausencia supervisión de conformidad”	48
Figura 15 Causa – raíz del problema “Inadecuada infraestructura área de mantenimiento”	50
Figura 16 Causa – raíz del problema “Cumplimiento parcial del plan de mantenimiento”	52
Figura 17 Causa – raíz del problema “Incumplimiento check – list diario”	54
Figura 18 Diagrama de Pareto de priorización de problemas crónicos en mantenimiento	56
Figura 19 Gráfica de dispersión de datos Problemas crónicos de análisis causa-raíz y desempeño operativo de unidades.....	63
Figura 20 Nivel de operatividad de las unidades vehiculares	66
Figura 21 Nivel de inoperatividad de las unidades vehiculares	68
Figura 22 Gráfica de dispersión de datos Capacidad de activos y mantenimiento ejecutado	74

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar la correlación del mantenimiento centrado en la confiabilidad en la productividad organizacional de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.; la investigación es cuantitativa, básica descriptiva correlacional; de diseño no experimental, transversal, inicialmente se realizó el análisis de correlación entre las dimensiones que estructuran el alcance de la tesis encontrando en el análisis una correlación positiva alta de 0.75 donde el análisis de modo de Falla – AMFE se correlaciona significativamente en la gestión del mantenimiento con una probabilidad de error de 0.5% , luego se encontró una correlación negativa moderada -0.59 donde el análisis de causa raíz se correlaciona significativamente en análisis desempeño operativo con una probabilidad de error de 4%; y en la correlación de capacidad de los activos y costos del mantenimiento existe una correlación positiva alta de 0.705 por lo que entre estas dos dimensiones existe una correlación significativa con una probabilidad de error de 1%. Por último, se realizó el análisis de correlación de las variables de estudio mantenimiento centrado en la confiabilidad y productividad organizacional encontrándose una correlación positiva moderada de 0.598 por lo que en las variables de objeto de estudio exista una correlación significativa con una probabilidad de error de 1.19%.

Palabras clave: Análisis de modo de falla, gestión del mantenimiento, análisis causa raíz, desempeño operativo, capacidad de los activos, costos de mantenimiento, mantenimiento centrado en la confiabilidad, productividad organizacional.

ABSTRAC

The objective of the present research was to determine the correlation of maintenance focused on reliability in the organizational productivity of the transport company San Francisco S.R.L.; the research is quantitative, basic descriptive correlational; of non-experimental, cross-sectional design, initially the correlation analysis was performed between the dimensions that structure the scope of the thesis finding in the analysis a high positive correlation of 0.75 where the Failure Mode Analysis - FMEA significantly influences maintenance management with a probability of error of 0.5%, then a moderate negative correlation -0.59 was found where the root cause analysis significantly influences operational performance analysis with a probability of error of 4%; and in the correlation of asset capacity and maintenance costs there is a high positive correlation of 0.705 so that between these two dimensions there is a significant correlation with a probability of error of 1%. Finally, the correlation analysis of the study variables maintenance focused on reliability and organizational productivity found a moderate positive correlation of 0.598, so that in the variables under study there is a significant correlation with a probability of error of 1.19%.

Key words: Failure mode analysis, maintenance management, root cause analysis, operational performance, asset capacity, maintenance costs, reliability-centered maintenance, organizational productivity.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En los últimos 20 años el mantenimiento organizacional ha evolucionado más que cualquier otra disciplina de gerenciamiento, “teniendo como base los cambios que ha experimentado el enorme incremento en el número y variedad de bienes físicos que deben ser mantenidos en forma preventiva y correctiva alrededor del mundo en las diferentes organizaciones con fines de lucro y sin fines de lucro que ofrecen actividades, servicios y/ productos” (Moubray, 2004). Por lo anterior “el mantenimiento centrado en la confiabilidad – RCM puede ahorrar millones a las organizaciones en términos de costos de reparación de averías en los equipos e instrumentos cuyos beneficios medibles se contextualiza en la maximización de las operaciones de mantenimiento, mejora de la precisión de los datos de confiabilidad, disminución de los costos de mantenimiento y reducción de las órdenes de trabajo” (Bloom, 2005).

“El enfoque del mantenimiento preventivo de activos en las organizaciones nace durante la segunda guerra mundial en el ámbito militar constituyéndose en una serie de rutinas de inspecciones periódicas significando un valioso elemento de ahorro de costos minimizando actividades correctivas y evitando paradas imprevistas de las cadenas de producción y aumentando la disponibilidad de productos y/o servicios” (Daluz, 2010). Existen “conflictos” entre producción y mantenimiento que cuando no son resueltos, se ve severamente perjudicada la productividad, debido a la disputa entre mantenimiento programado vs disponibilidad de la maquinaria; donde el área de producción piensa que el área de mantenimiento programa jornadas de

trabajo innecesarias, frenando los equipos en el proceso, mientras que el área de mantenimiento piensa que el área de producción no le permite hacer bien su trabajo (Mancuzo, 2020). Por ello advierte que la ausencia de un programa de mantenimiento preventivo/predictivo hace más probable que los modos de falla se salgan de control en el momento menos pensado, llevando a reparaciones costosas por averías de emergencia.

De lo descrito párrafos anteriores advertimos la gran importancia del enfoque del mantenimiento centrado en la confiabilidad – RCM para reducir las averías en los equipos e instrumentos dentro de una organización centrándose en el análisis de modos de falla - AMFE el cual “se aplica fundamentalmente para analizar un producto o proceso en su fase de diseño, este método es válido para cualquier tipo de proceso o situación, entendiendo que los procesos se encuentran en todos los ámbitos de la empresa, desde el diseño y montaje hasta la fabricación, comercialización y la propia organización en todas las áreas funcionales de la empresa” (INSHT, 2004).

Cabe resaltar que la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad – CRM es estandarizada por las normativas SAE JA 1011 “Criterios de evaluación del proceso de mantenimiento centrado en la confiabilidad – RCM” y SA JA 1012 “Una guía para el mantenimiento centrado en la confiabilidad”.

Teniendo en consideración un idóneo enfoque de mantenimiento centrado en la confiabilidad se asegura una productividad organizacional permanente en el tiempo; entendiendo por productividad como “la relación entre la cantidad de productos obtenidos por un sistema productivo y los recursos como tiempo, esfuerzo,

materiales y costos, utilizados para obtener dicha producción”. (UNE-ISO/IEC 9126-1, 2004)

Así mismo contextualizando la productividad organizacional en empresas de transporte dentro de los 10 mejores indicadores para mejorar el rendimiento de las flotas se encuentra el cumplimiento del plan de mantenimiento, monitoreo de costos asociados de mantenimiento y la capacidad de los activos gestionando sus tareas. (MOVERTIS, 2020)

La empresa de transportes San Francisco S.R.L dentro del alcance de sus actividades se encuentra el transporte terrestre de pasajeros mediante una flota de buses conformado por 25 unidades, por lo cual los modos de fallas inesperados conducen al incremento de costos de mantenimiento preventivo y/o correctivo así como la disminución de la satisfacción de sus clientes al no poder proveer un servicio confiable al momento de ser solicitado; actualmente cuenta con un plan de mantenimiento 2020 – 2021 centrado en la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad - CRM; cuyo objetivo general es controlar y mantener la flota vehicular en apropiadas condiciones en su uso y operacionabilidad identificando los modos de falla de las unidades y las causas raíz que los generan lo cual se ve reflejado en la sistematización de actividades de mantenimiento mensual optimizando de esa manera el desempeño de la organización al momento de proveer del servicio a sus clientes reales y potenciales. Pero aún no se ha realizado un análisis específico de la correlación que existe entre un óptimo mantenimiento centrado en la confiabilidad de la flota vehicular con indicadores de productividad de la empresa.

La empresa de transportes San Francisco S.R.L actualmente cuenta con una flota de vehículos de transporte de pasajeros que están sometidos mensualmente a mantenimientos preventivos/correctivos basados en un plan de mantenimiento, este servicio de transporte en Cajamarca se oferta a empresas públicas y privadas según requerimiento de contratos específicos; por lo que se ve en la necesidad de asegurar la operacionabilidad de su flota teniendo en cuenta un eficiente mantenimiento y objetivo control de costos; por lo que resulta como prioridad para alta dirección determinar la correlación del mantenimiento centrado en la confiabilidad en su productividad; la cual se encuentra reflejada en eficiencia de gestión, objetividad del control de sus costos de mantenimiento y satisfacción de clientes reales.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo se correlaciona el mantenimiento centrado en la confiabilidad en la productividad organizacional de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cómo se correlaciona el análisis de modo de falla (AMFE) en la gestión del mantenimiento de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.?

¿Cómo se correlaciona la realización del análisis de causa-raíz en el desempeño operativo de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.?

¿Cómo se correlaciona el nivel de capacidad del activo en los costos de mantenimiento de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Determinar la correlación del mantenimiento centrado en la confiabilidad en la productividad organizacional de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.

1.3.2. Objetivos específicos

- Establecer la correlación del análisis de modo de falla (AMFE) en la gestión del mantenimiento de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.
- Relacionar la correlación de la realización de análisis de causa-raíz en el desempeño operativo de la empresa de transporte San Francisco S.R.L.
- Determinar la correlación de la capacidad de los activos en los costos de mantenimiento de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

H₀: El mantenimiento centrado en la confiabilidad se correlaciona significativamente en la productividad organizacional de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.

H₁: El mantenimiento centrado en la confiabilidad no se correlaciona significativamente en la productividad organizacional de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.

1.4.2. Hipótesis específicas

Hipótesis específica 1

H₀: El análisis de modo de falla (AMFE), se correlaciona significativamente en la gestión del mantenimiento de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.

H₁: El análisis de modo de falla (AMFE), no se correlaciona significativamente en la gestión del mantenimiento de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.

Hipótesis específica 2

H₀: El análisis de causa raíz, se correlaciona significativamente en el desempeño operativo de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.

H₁: El análisis de causa raíz, no se correlaciona significativamente en el desempeño operativo de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.

Hipótesis específica 3

H₀: La capacidad de los activos de la empresa, se correlaciona significativamente en los costos de mantenimiento de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.

H₁: La capacidad de los activos de la empresa, no se correlaciona significativamente en los costos de mantenimiento de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.

CAPITULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Tipo de investigación

Según el propósito la presente investigación es aplicada, donde “este tipo de investigaciones a diferencia de la investigación básica los conocimientos reales son insumos para lograr un objetivo de índole material, es decir que busca generar aplicaciones para la ciencia, en donde debe existir una intencionalidad en cuanto al empleo del conocimiento para convertir el conocimiento en productos de interés social”. (Colomé, 2018)

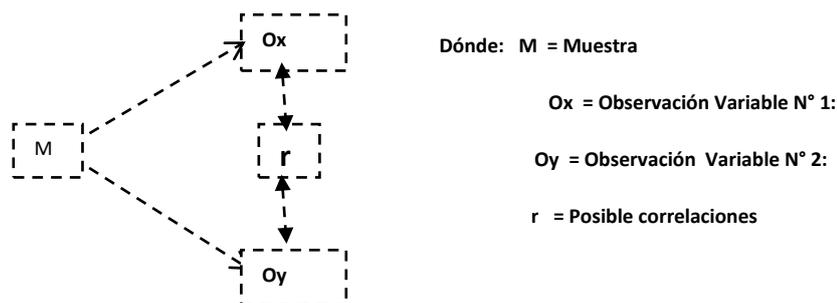
Según el enfoque la presente investigación es cuantitativa, donde para este tipo de investigaciones “parten de un problema bien definido donde plantea hipótesis para ser verificadas o falseadas mediante pruebas empíricas utilizando instrumentos de recolección de información y medición de variables muy estructurados”. (Lerma, 2009)

Según el alcance de la investigación es básica descriptiva-correlacional; “tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra de sujetos y/o objetos dentro de un contexto en particular. Donde en ocasiones sólo se analiza la relación entre dos variables, pero con frecuencia se identifican en la investigación vínculos entre tres, cuatro o más variables”. (Hernández Sampieri, 2014)

2.2.2. Diseño de la investigación

La investigación es de diseño no experimental, transversal, “es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables; en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos”. (Hernández Sampieri, Metodología de la investigación, 2014)

Diagrama del diseño



2.2. Población y muestra

Población: Toda la flota de buses de la empresa de transportes San Francisco S.R.L

Muestra: A criterio del investigador se seleccionó 10 buses, (Muestra por conveniencia)

2.3. Matriz de Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización variable “Mantenimiento centrado en la confiabilidad”

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Mantenimiento centrado en la confiabilidad - RCM	Proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual. (Moubray, 2000. Pág.7)	Análisis de modos de falla (AMFE).	Nivel de prioridad de riesgo (NPR) NPR bajo [0 - 250] NPR moderado [251-500] NPR alto [501 - 750] NPR muy alto [751-1000]
		Análisis de causa-raíz (Diagrama de Ishikawa)	% causa-raíz/mes (Frecuencia absoluta) Mantto. Eficiente [1 -3] Mantto. Deficiente [5 - 9]
		Capacidad del activo	Nivel de operación Capacidad total [90%-100%] Capacidad deficiente [25% - 89%]

Tabla 2

Operacionalización variable “Productividad organizacional”

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Productividad organizacional	Es la relación entre la cantidad de productos obtenidos por un sistema productivo y los recursos como tiempo, esfuerzo, materiales y costos, utilizados para obtener dicha producción. (UNE-ISO/IEC 9126-1:2004)	Gestión del mantenimiento	$MP^* = (MR \times 100) \text{ mes}$ MP
		Desempeño operativo	Satisfacción del cliente/mes 1= Totalmente insatisfecho, 2= Insatisfecho, 3= Indiferente, 4= Satisfecho, 5= Totalmente satisfecho
		Costos mantenimiento	Gasto presupuesto mensual (S/.)

Nota: * MR= mantenimiento realizado, MP= mantenimiento planificado

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos para la presente investigación son:

- Cuestionarios de relación, adaptado con escala de Likert. Para las variables y dimensiones del estudio.
- Revisión documental de los registros de desempeño organizacional sobre las dimensiones que estructuran la investigación.

2.4.2. Técnicas de análisis de datos

Las técnicas estadísticas de análisis de datos son:

- Medidas de frecuencia absoluta y relativa.
- Correlación como prueba de hipótesis y coeficiente de correlación R de Pearson para estimar la fuerza de correlación entre la variable dependiente y la variable independiente.

El procesamiento de datos se realizará con el Software estadístico SPSS v.23.

2.5. Procedimiento

El procedimiento aplicado en la presente investigación es secuencial y sistemático analizando la correlación que existe entre las dimensiones que estructuran las variables dependiente e independiente para luego realizar un análisis de correlación de las variables aplicando los cuestionarios validados por expertos, la secuencia se define en las siguientes figuras:

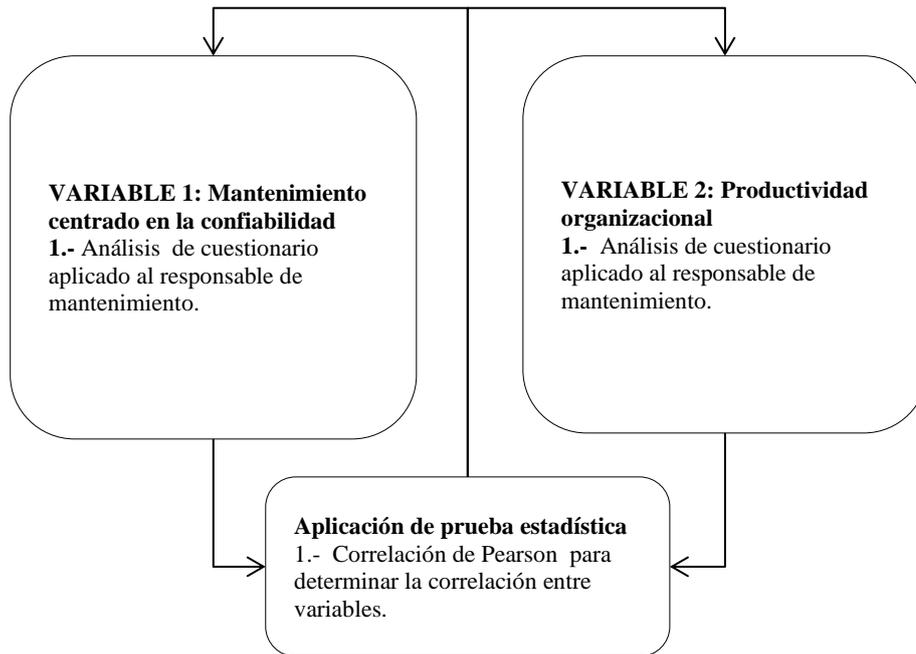


Figura 1

Correlación del mantenimiento centrado en la confiabilidad y productividad organizacional

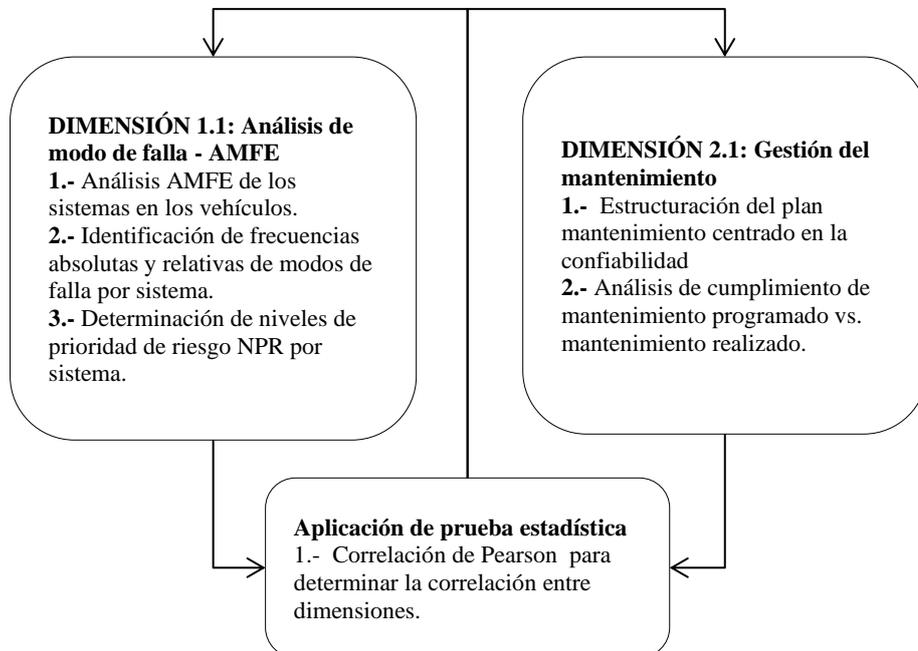


Figura 2

Correlación Análisis de modo de Falla – AMFE y Gestión del mantenimiento

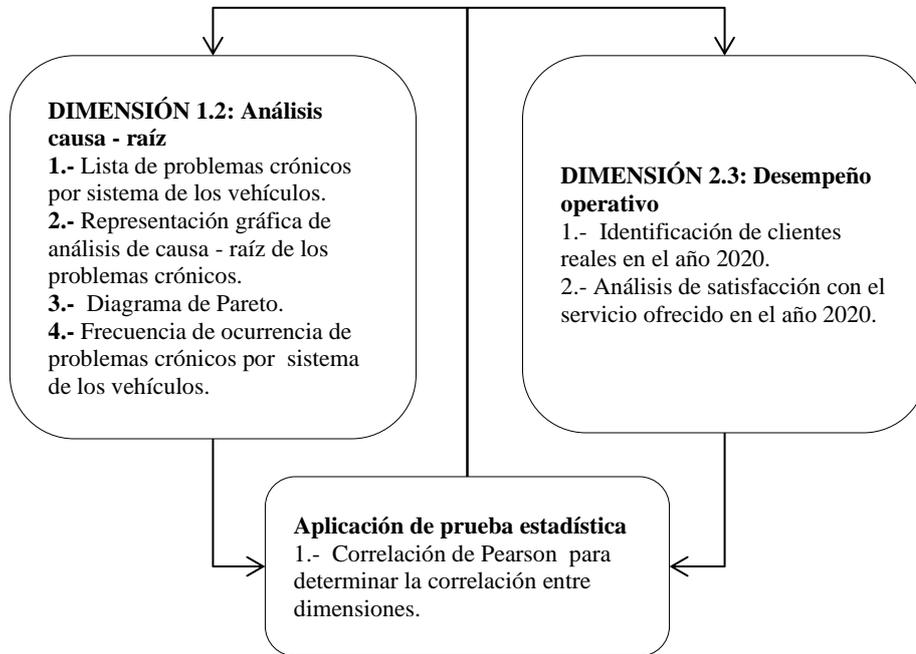


Figura 3
Correlación Análisis causa raíz y Desempeño operativo

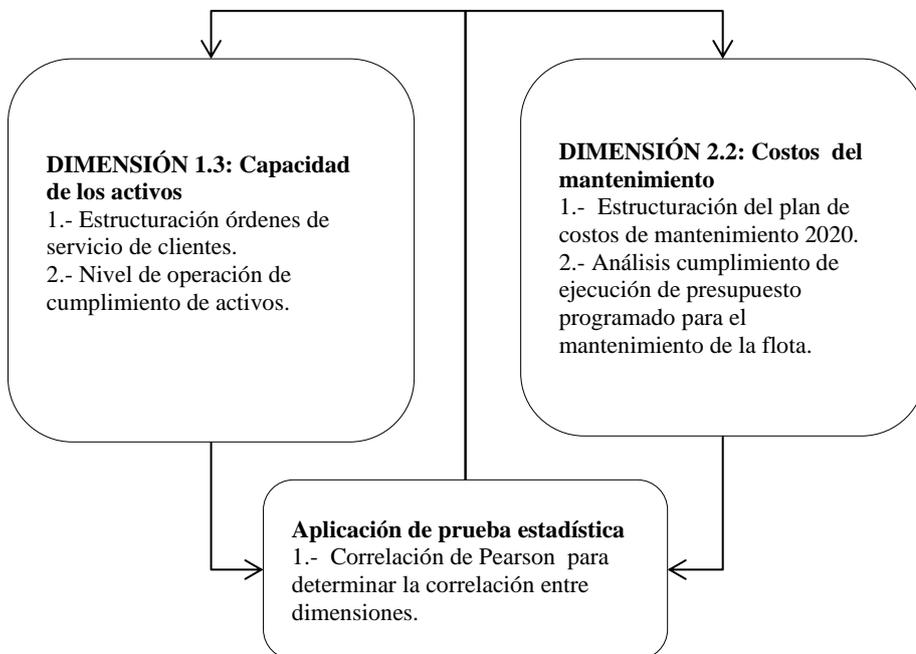


Figura 4
Correlación Capacidad de los activos y Costos del mantenimiento

2.6. Aspectos éticos

Los aspectos éticos están relacionados con realizar la investigación siguiendo los protocolos de bien proyectados de la Universidad Privada del Norte - UPN, preferentemente examinados por asesores del campo científico determinado con el fin de validar los instrumentos de recolección de datos, producir resultados significativos y optimizar los recursos disponibles.

No publicar los resultados de la investigación original presentada a la universidad en otro medio público y/o privado, sin permiso previo, de la Universidad Privada del Norte – UPN.

Mantener la intimidad de la empresa participante en el contexto de la investigación, lo cual implica que nadie, excepto el investigador principal y el asesor, pueda vincular los registros de los datos recabados con los nombres reales.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Correlación del mantenimiento centrado en la confiabilidad en la productividad organizacional

3.1.1. Análisis mantenimiento centrado en la confiabilidad

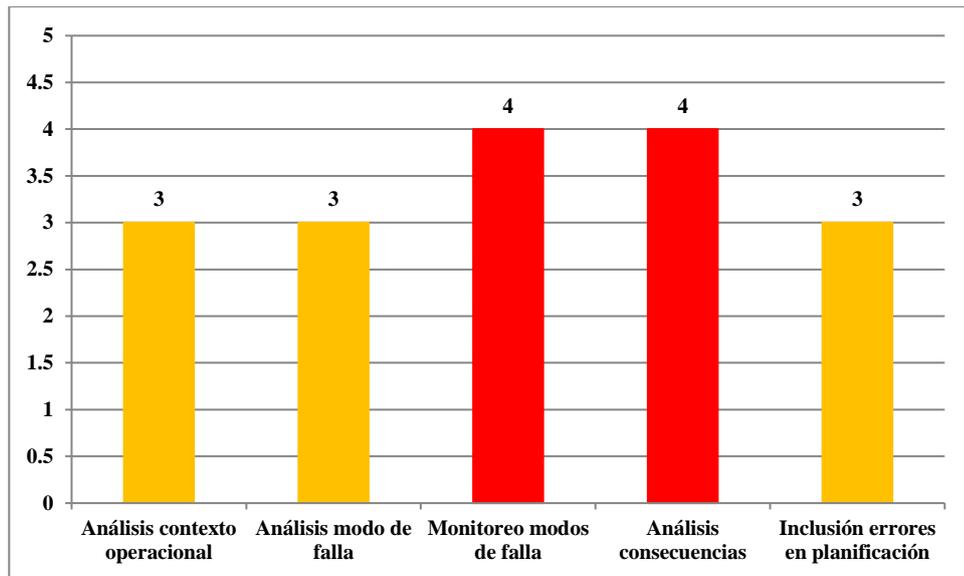


Figura 5
Análisis de modos de falla (AMFE)

Nota: Figura donde se representa los criterios básicos de alcance de características de los modos de falla requeridos en la investigación.

Según la sistematización de datos de la dimensión análisis de modo de falla; la empresa “a veces” realiza el análisis del contexto donde operarán su flota de vehículos lo cual incluye como un acápite en los términos de contrato; así mismo, no contempla dentro de su forma de trabajo la buena práctica de realizar el análisis de modos de falla de los sistemas de su flota vehicular la cuales se advierte es cumplida solo cuando algún cliente le solicita como parte de los términos de contrato; advirtiéndose la no inclusión de errores humanos como modos de falle en las matrices realizadas.

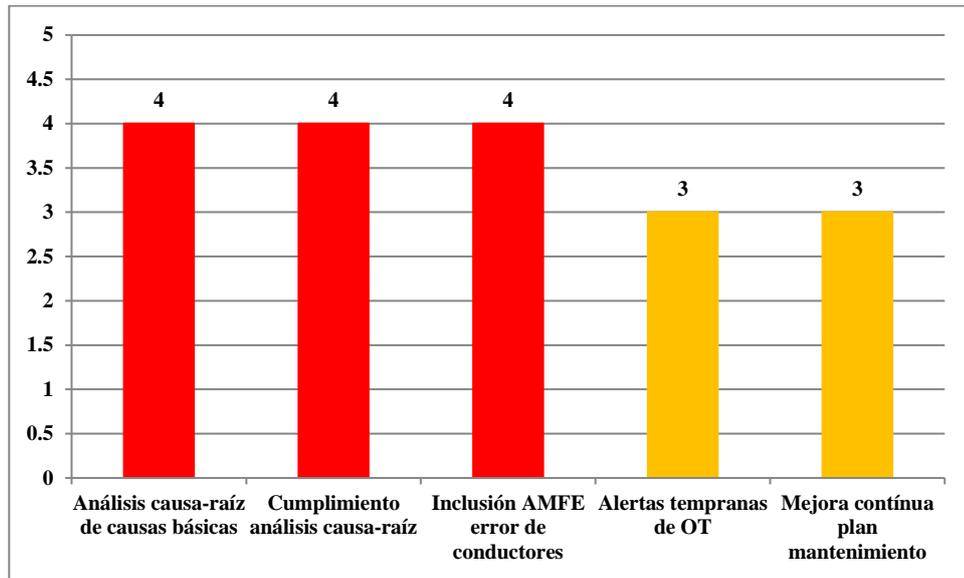


Figura 6
Análisis de causa raíz

Nota: Figura donde se representa los criterios básicos de alcance de características en el análisis causa – raíz requeridos en la investigación.

Según la sistematización de datos de la dimensión análisis de causa - raíz; la empresa “a veces” toma en consideración el cumplimiento de órdenes de trabajo y plasma sus conclusiones en un plan de mejora continua anual. Por otro lado “casi siempre” al analizar causas – raíz lo hace partiendo de los problemas identificados en su matriz AMFE, incluyendo en ésta causas básicas de errores de los conductores al momento de no poder asegurar el cubrimiento del servicio a sus clientes reales en condiciones normales y anormales de funcionamiento de la flota vehicular.

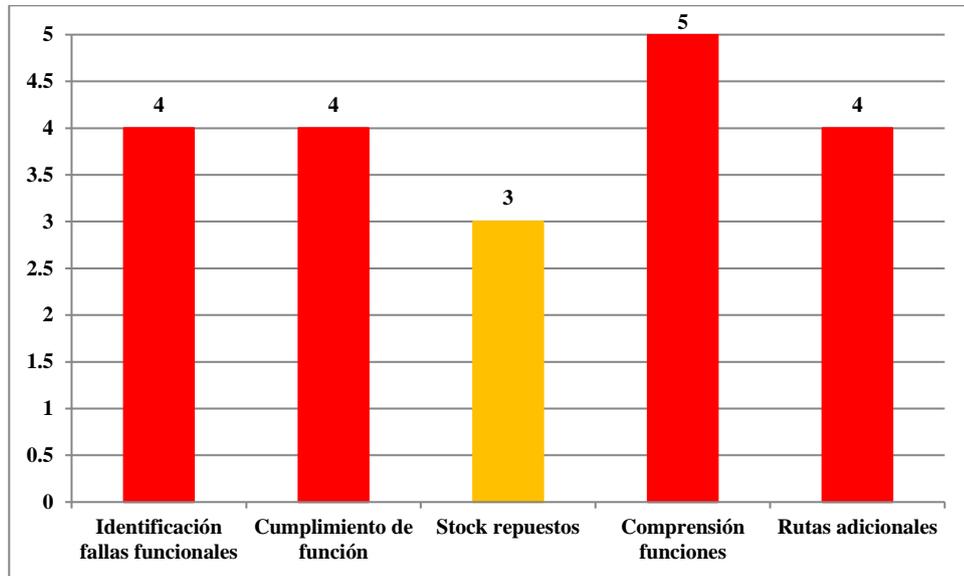


Figura 7
Análisis capacidad del activo

Nota: Figura donde se representa los criterios básicos de alcance de características en el análisis de capacidad de los activos requeridos en la investigación.

Según la sistematización de datos de la dimensión análisis de capacidad de los activos; la empresa “a veces” toma en consideración el aseguramiento del stock de los repuestos en su taller de mantenimiento; luego para asegurar la capacidad del activo en su totalidad toma “siempre” en consideración que todo su recurso humano comprenda y cumpla a cabalidad las funciones que se les asigna dentro de la empresa para trabajar como equipo y con el más mínimo índice de errores. Tiene como principio que el área de mantenimiento de la empresa mantenga en todo momento alertas tempranas de generación de fallas funcionales de los sistemas de los vehículos que conforman en la flota vehicular.

3.1.2. Análisis de cuestionario productividad organizacional

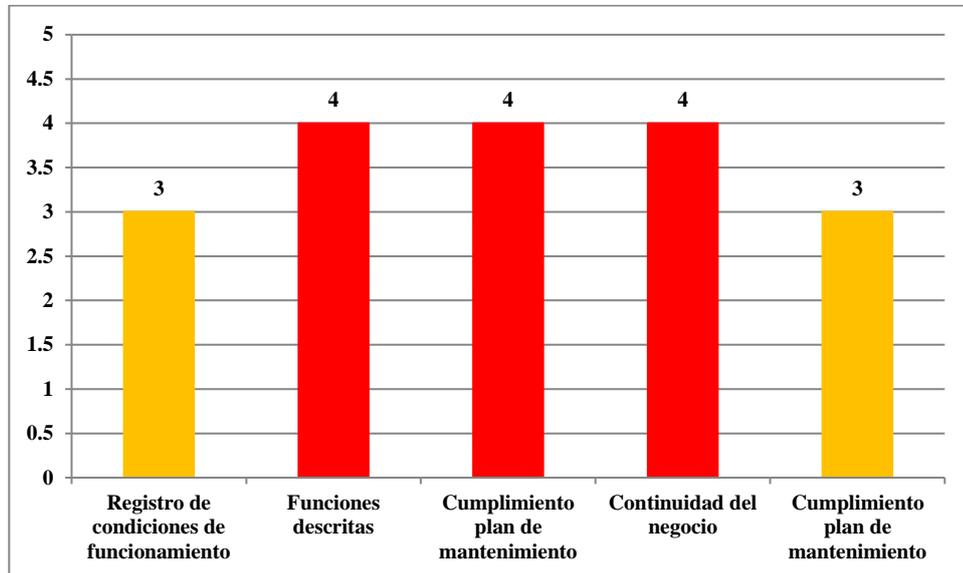


Figura 8

Análisis gestión del mantenimiento

Nota: Figura donde se representa los criterios básicos de alcance de características en el cumplimiento del plan de mantenimiento requeridos en la investigación.

Según la sistematización de datos de la dimensión análisis de la gestión del mantenimiento; centrándose principalmente en el cumplimiento del plan de mantenimiento, la empresa “a veces” cumple en su totalidad con el plan de mantenimiento registrado y monitoreando las condiciones de funcionamiento de cada vehículo. Cumpliendo “siempre” con presentar anualmente un plan de mantenimiento programado identificando las funciones específicas de su recurso humano clave y presentando una matriz de identificación de modos de falla por sistema de sus vehículos que pertenecen a su flota.

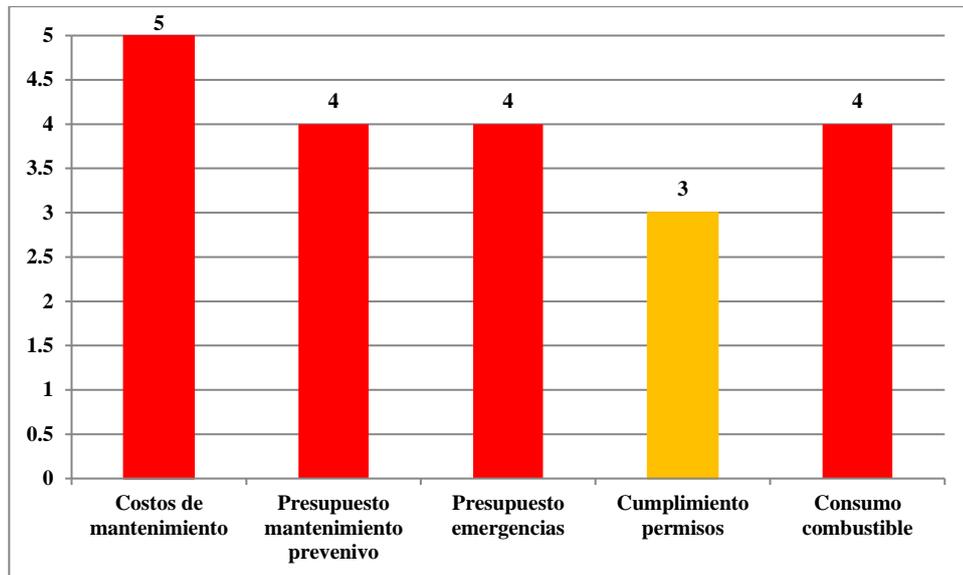


Figura 9
Análisis del desempeño operativo

Nota: Figura donde se representa los criterios básicos de alcance de características del desempeño operativo requeridos en la investigación.

Según la sistematización de datos del desempeño operativo de la gestión del mantenimiento; centrándose principalmente en el cumplimiento del plan de costos de mantenimiento, el cliente interno (jefe de mantenimiento) se encuentra totalmente satisfecho con lo registrado. Estando satisfecho en la flexibilización de presupuesto de mantenimiento preventivo, presupuesto de emergencias y consumos de combustible en el funcionamiento de los vehículos; mientras que en el cumplimiento de permisos necesarios para la normal circulación y entrada de los vehículos en las instalaciones de los clientes externos se tiene una puntuación de indiferente; siendo esta última escala la que se correlaciona en no alcanzar la satisfacción máxima de desempeño.

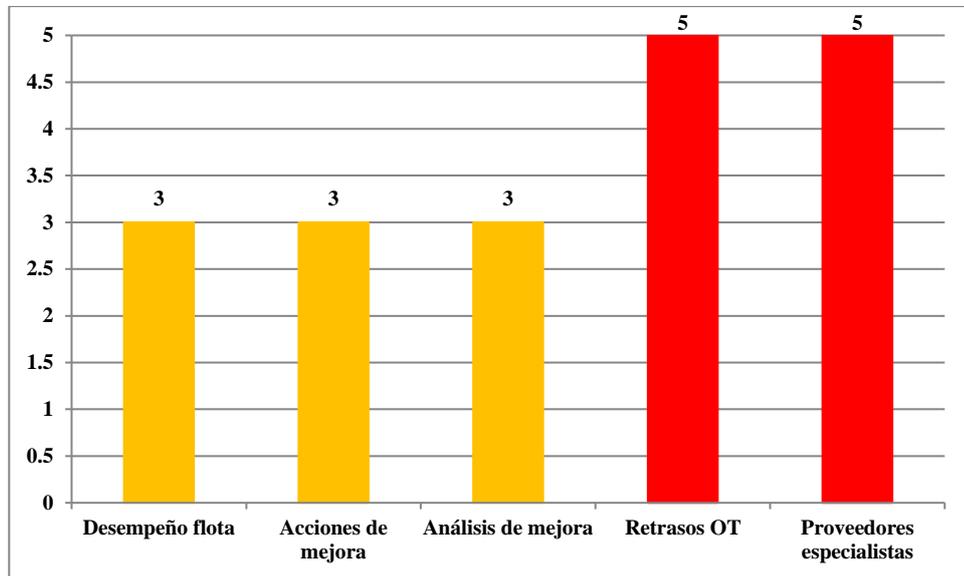


Figura 10
Análisis costos de mantenimiento

Nota: Figura donde se representa los criterios básicos de alcance de análisis de costos de mantenimiento requeridos en la investigación.

Según la sistematización de datos de la dimensión análisis de costos de mantenimiento; centrándose principalmente en el cumplimiento del plan de costos, la empresa “siempre” presenta retrasos en las órdenes de trabajo y no maneja una lista de proveedores especialistas para el mantenimiento externo de las unidades. Cumpliendo “a veces” con el desempeño total de la flota, el monitoreo de acciones de mejora para no incurrir en esos retrasos; solo prestando atención prioritaria cuando así lo solicitan los términos contractuales de sus contratos.

3.1.3. Determinación de la correlación del mantenimiento centrado en la confiabilidad en la productividad organizacional

Tabla 3

Base de datos cuestionario por variables “RCM y Productividad organizacional.”

	Escala de Likert														
RCM	3	3	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	3	5	4
Productividad organizacional	3	4	4	4	3	5	4	4	3	4	3	3	3	5	5

Prueba estadística: Correlación de Pearson

Intervalo de confianza: 95 %

Nivel de significancia: 5% = 0.05

Tabla 4

Resultado análisis estadístico en SPSS “CMR y Productividad organizacional”

		CMR	Prod.org
CMR	Correlación de Pearson	1	0.598*
	Sig. (bilateral)		0.019
	N	15	15
Productividad organizacional	Correlación de Pearson	0.598*	1
	Sig. (bilateral)	0.019	
	N	15	15

Nota: *. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Según los datos obtenidos en el software SPSS con una probabilidad de error de 0.019 y/o 1.19%; el mantenimiento centrado en la confiabilidad se correlaciona significativamente en la productividad organizacional de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.

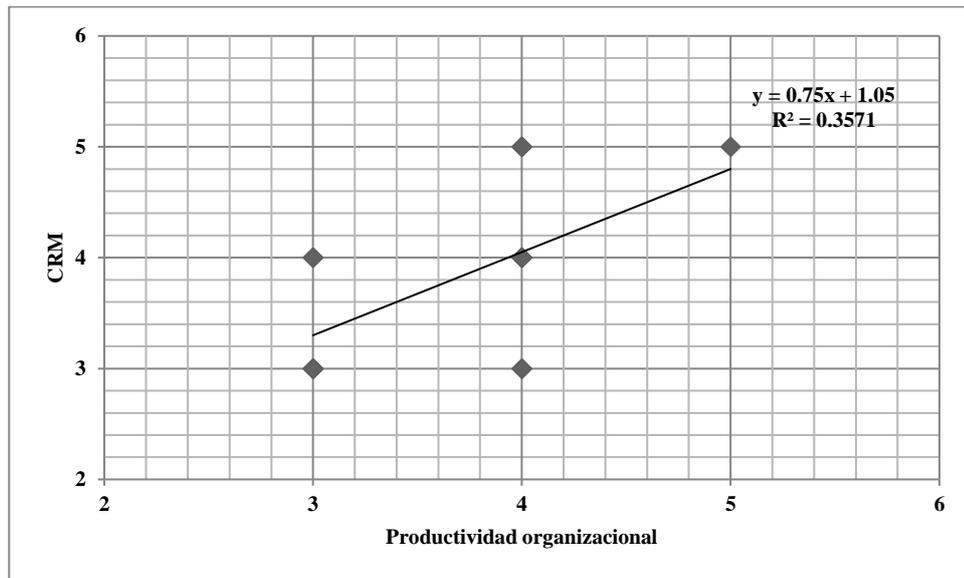


Figura 11

Gráfica de dispersión de datos CMR y Productividad organizacional

Existe correlación positiva moderada ($R = 0.598 = 59.8\%$) entre el mantenimiento centrado en la confiabilidad y la productividad organizacional de la empresa de transportes San Francisco S.R.L. Donde $R^2 = 0.3571$.

3.2. Correlación del análisis de modos de falla (AMFE) en la gestión del mantenimiento

de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.

3.2.1. Análisis modos de falla - AMFE de los sistemas en los vehículos

a. Análisis modos de falla – AMFE por sistemas de los vehículos

Tabla 5

Modos de fallas por sistema y nivel de prioridad de riesgo inicial

ID	Sistemas vehiculares	Modos de falla	SITUACIÓN DE INICIO			NPR Evaluación
			Ocurrencia	Severidad	Detección	
1	Sistema de enfriamiento	- Deterioro por uso. - Fugas de refrigerante y gases	6.25	6.00	6.75	260.75
2	Sistema de lubricación	- Pérdida de presión. - Obstrucción de filtros.	7.00	7.00	7.33	380.00
3	Sistema de combustible	- Obstrucción de filtros. - Toberas de inyector pegadas.	9.33	9.33	7.67	668.67
4	Sistema de motor	- Baja compresión de motor. - Ruido anormal en el cigüeñal.	8.00	7.75	7.50	456.00
5	Sistema de admisión y escape	- Obstrucción de filtros - Pérdida de potencia.	7.00	7.00	5.33	261.33
6	Sistema de suspensión	- Fugas de aire por el fuelle. - Suspensión inestable.	5.75	7.75	6.5	286.75
7	Sistema de neumáticos	- Desgaste prematuro.	5.00	6.00	2.00	60.00
8	Sistema de dirección	- Pérdida de compresión. - Excesivo juego en los cojinetes.	7.00	9.67	8.67	585.67
9	Sistema de frenos	- Fuga de aire por los cilindros. - Superficie de contacto con desgaste.	7.00	7.83	7.83	430.67
10	Sistema de transmisión	- Dificultad al ingresar los cambios. - Deficiencia en el desplazamiento del vehículo.	7.80	7.80	7.80	484.80
11	Sistema eléctrico	- Baterías con bajo voltaje. - Falsos contactos.	6.00	6.33	6.67	240.00

Tabla 6

Modos de fallas por sistema y nivel de prioridad de riesgo inicial (continuación tabla 5)

ID	Sistemas vehiculares	Modos de falla	SITUACIÓN DE INICIO			NPR Evaluación
			Ocurrencia	Severidad	Detección	
12	Sistema eléctrico y carrocería	- Inoperatividad de comandos del motor. - Rajaduras del chasis.	7.00	6.75	6.75	354.50

Según la sistematización de datos del nivel de prioridad de riesgo – NPR inicial en los sistemas que estructuran las unidades vehiculares de la empresa se encuentran en el “Nivel bajo” 02 sistemas: el sistema de neumáticos y sistema eléctrico; atendiendo este resultado al criterio de que los modos de falla son los defectos en estos sistemas resultan obvios y fácilmente detectables. Se encuentran en el “Nivel moderado” 08 sistemas, siguiendo un orden descendente son: Sistema de enfriamiento, sistema de admisión y escape, sistema de suspensión, sistema eléctrico y carrocería, sistema de lubricación, sistema de frenos, sistema de motor y sistema de transmisión; atendiendo este resultado a que sus defectos son aparecidos ocasionalmente durante el funcionamiento de las unidades y puede generar insatisfacción en sus clientes.

Por último, solo 02 sistemas se encuentran en un “Nivel alto” los cuales son: Sistema de combustible y sistema de dirección; atendiendo este resultado a que los defectos en los subsistemas son difíciles de identificar con los procedimientos establecidos hasta el momento dentro de la empresa, por lo que su diagnóstico se realiza en proveedores especializados.

b. Identificación de frecuencias de modos de falla

Tabla 7

Frecuencia modos de falla vehicular

Intervalos de clase		Marca de clase (x_i)	Frecuencia absoluta (f_i)	Frecuencia absoluta acumulada (F_i)	Frecuencia relativa (h_i)	Frecuencia porcentual ($f\%$)
Lim. Inferior	Lim. Superior					
3	4	3.5	2	2	0.047	4.65
5	6	5.5	19	21	0.44	44.19
7	8	7.5	21	42	0.49	48.84
9	10	9.5	1	43	0.02	2.33
			43		1	100.00

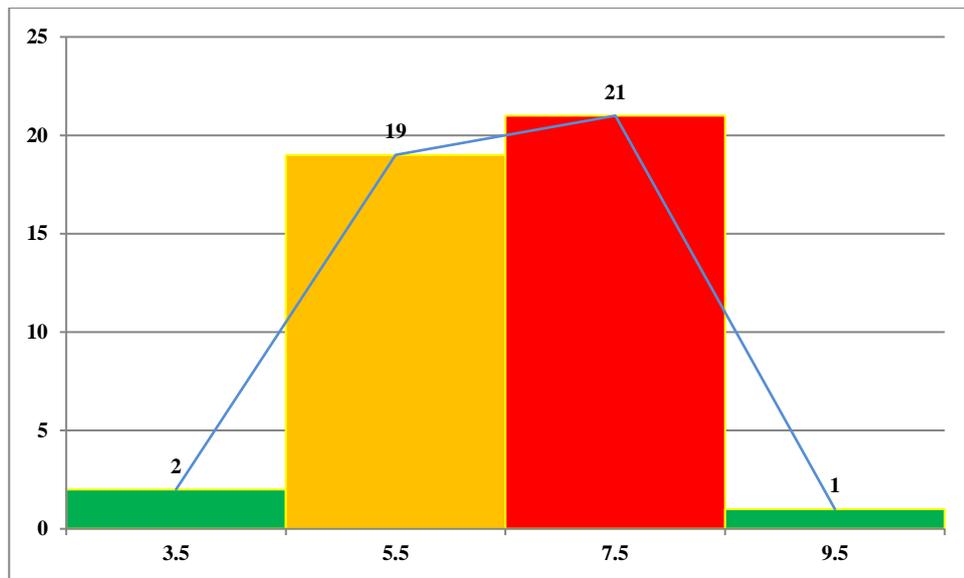


Figura 12

Frecuencia de incidencia de modos de falla en los sistemas de la flota vehicular

Según la sistematización de datos la frecuencia de ocurrencia de modos de falla oscila entre una “frecuencia alta”; alcanzando este resultado 21 subsistemas, una frecuencia de 19 subsistemas oscila en una “frecuencia moderada alta”, una frecuencia de 02 subsistemas oscila en una “frecuencia

baja” y 01 subsistema oscila en una frecuencia “muy alta” de un total de 43 subsistemas.

c. Niveles de prioridad de riesgo – NPR esperados por sistemas en los vehículos

Tabla 8

Niveles de prioridad de riesgo esperado al aplicar controles adicionales

ID	Sistemas vehiculares	Controles adicionales en el plan de mantenimiento	SITUACIÓN ESPERADA Fecha: 01/01/2020			NPR Evaluación
			Ocurrencia	Severidad	Detección	
1	Sistema de enfriamiento	- Control de la T° del motor una vez al día. - Cambio de refrigerante cada 2000 horas. - Pruebas de presión en la salida a labor.	6.25	6.00	4.5	177.25
2	Sistema de lubricación	- Cambio de aceite de motor por mantenimiento. - Control de presión de aceite - Análisis de aceite cada 250 horas de operación.	7.00	7.00	6.00	308.67
3	Sistema de combustible	- Cambio de filtros de combustible cada 250 horas de operación. - Verificar el abastecimiento de combustible.	8.33	9	6.67	501.70
4	Sistema de motor	- Controlar T° del motor. - Pruebas de compresión del motor cada 2000 horas. - Cambio de filtros de aire a tiempo. - Realizar análisis de aceite cada 250 horas.	7.25	6.75	5.50	262.50
5	Sistema de admisión y escape	- Intervención de mantenimiento cada 72 horas.	6.33	6.33	4.67	180.00

6	Sistema de suspensión	- Revisión de los fuelles para constatar sino presentan grietas.	5	7.5	5.5	202.50
		- Prueba de temperatura para ver el estado de los amortiguadores.				

Tabla 9

Niveles de prioridad de riesgo esperado al aplicar controles adicionales...continuación tabla 8

ID	Sistemas vehiculares	Controles adicionales en el plan de mantenimiento	SITUACIÓN ESPERADA Fecha: 01/01/2020			NPR Evaluación
			Ocurrencia	Severidad	Detección	
7	Sistema de neumáticos	- Alineamiento y balanceo. - Comprobación de la altura de la cocada. - Medir presión de aire de acuerdo a la recomendación por el fabricante.	5.00	6.00	2.00	60.00
8	Sistema de dirección	- Cambio de aceite de dirección cada 1000 horas. - Análisis de aceite de dirección. - Inspección periódica si hay fugas de aceite de dirección. - Inspeccionar si hay juego axial en las crucetas cada 1000 horas.	6.67	7.67	6	304.00
9	Sistema de frenos	- Revisión cada 2000 horas si la presión de aire en el sistema es el adecuado. - Cambio del filtro secador de aire, pastillas de freno cada 2000 horas. - Mantenimiento a la electroválvula/cambio cada 2000 horas.	6.00	7.33	6.33	279.00
10	Sistema de transmisión	- Cambio de aceite a caja de cambios, Calibración piñón de ataque y corona, lubricación cada 2000 horas. - Análisis de aceite de caja cada 2000 horas. - Mantenimiento de rodamientos e inspección de ruedas.	7.40	7.80	6.80	398.60
11	Sistema eléctrico	- Mantenimiento de arrancador y alternador cada 2000 horas. - Revisar los conectores y luces en general cada 250 horas.	5.67	6.33	6.67	225.00

		transportes San Francisco S.R.L, 2020				
12	Sistema eléctrico y carrocería	- Mantenimiento sistemas de suspensión y los conectores de cada sensor cada 500 horas.	7.00	6.75	6.25	322.50
		- Mantenimiento al módulo del motor cada 2000 horas.				

Luego de la aplicación de controles que se incluyen en el plan de mantenimiento se obtiene una sistematización de datos del nivel de prioridad de riesgo – NPR esperada en los sistemas que estructuran las unidades vehiculares de la empresa se encuentran en el “Nivel bajo” 05 sistemas; las cuales en orden descendente de calificación son: Sistema de neumáticos, sistema de enfriamiento, sistema de admisión y escape, sistema de suspensión y sistema eléctrico. Se encuentran en el nivel moderado 06 sistemas, los cuales en orden descendente de calificación son: sistema de motor, sistema de frenos, sistema de dirección, sistema de lubricación, sistema eléctrico y carrocería, sistema de transmisión.

Por último 01 un sistema se encontraría en el “Nivel alto” el cual es sistema de combustible.

3.2.2. Análisis de la gestión del mantenimiento

a. Estructura del plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad

Tabla 10

Plan de mantenimiento programado 2020

SISTEMA	Descripción del componente	Mantenimiento programado de unidades vehiculares AÑO 2020													
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL	
Sistema de enfriamiento	- Válvula termostática		10		10		10		10		10		10	60	100.00%
	- Bomba de agua	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120	100.00%
	- Radiador	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120	100.00%
	- Junta de culata	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120	100.00%
Sistema de lubricación	- Bomba de aceite	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120	100.00%
	- Filtro de aceite	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120	100.00%
	- Válvula de derivación y resorte		10		10		10		10		10		10	60	100.00%
Sistema de combustible	- Filtros de combustible	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120	100.00%
	- Bomba de inyección de combustible		10		10		10		10		10		10	60	100.00%
	- Toberas de inyector		10		10		10		10		10		10	60	100.00%
Sistema de motor	- Culata de motor		10		10		10		10		10		10	60	100.00%
	- Anillos y pistones de motor			10			10			10			10	40	100.00%
	- Válvulas de admisión y escape		10		10		10		10		10		10	60	100.00%
	- Cojinetes de biela y bancada	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120	100.00%
Sistema de admisión y escape	- Filtros de aire	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120	100.00%
	- Silenciador de escape	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120	100.00%
	- Turbo compresor	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120	100.00%

Tabla 11

Plan de mantenimiento programado 2020...continuación tabla 10

SISTEMA	Descripción del componente	Mantenimiento programado de unidades vehiculares												TOTAL	
		AÑO 2020													
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Sistema de suspensión	- Fuelles de suspensión	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120	100.00%
	- Amortiguadores de suspensión	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120	100.00%
	- Ballestas de suspensión	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120	100.00%
	- Válvula de nivel	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120	100.00%
Sistema de neumáticos	- Neumáticos	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120	100.00%
	- Servodirección	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120	100.00%
Sistema de dirección	- Caja de dirección	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120	100.00%
	- Crucetas de dirección	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120	100.00%
Sistema de frenos	- Cilindros neumáticos	10		10		10		10		10		10		60	100.00%
	- Compresor de aire	10		10		10		10		10		10		60	100.00%
	- Pastillas y zapatas de freno	10		10		10		10		10		10		60	100.00%
	- Válvula de cuatro vías	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120	100.00%
	- Válvula principal de freno	10		10		10		10		10		10		60	100.00%
	- Freno de motor	10		10		10		10		10		10		60	100.00%
	- Caja de cambios	10		10		10		10		10		10		60	100.00%
Sistema de transmisión	- Disco de embrague y placa de presión			10				10				10		40	100.00%
	- Crucetas de cardan	10		10		10		10		10		10		60	100.00%
	- Piñón y corona del diferencial	10		10		10		10		10		10		60	100.00%
	- Rodamientos de boca masa	10		10		10		10		10		10		60	100.00%
	- Arrancador	10		10		10		10		10		10		60	100.00%
Sistema eléctrico	- Alternador	10		10		10		10		10		10		60	100.00%
	- Faros delanteros	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120	100.00%

Tabla 12

Plan de mantenimiento programado 2020...continuación tabla 10

SISTEMA	Descripción del componente	Mantenimiento programado de unidades vehiculares												TOTAL	
		AÑO 2020													
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Sistema eléctrico y carrocería	- Sensores de motor	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120	100.00%
	- Módulo de motor	10		10		10		10		10		10		60	100.00%
	- Chasis	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120	100.00%
	- Soportes de cabina	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120	100.00%

Luego de la estructuración de órdenes de trabajo – OT de los 12 sistemas que se componen las 10 unidades vehiculares que conforman el alcance del presente estudio se llega a 3920 órdenes en el año 2020 distribuidas de acuerdo a horas máquina trabajadas que en su totalidad de cumplimiento se alcanzaría el 100% de eficacia.

b. Análisis del cumplimiento mantenimiento programado vs. Mantenimiento realizado

Tabla 13

Mantenimiento programado vs. Mantenimiento ejecutado

ID	SISTEMA	Descripción del componente	OTs programadas AÑO 2020		OT's realizadas AÑO 2020		TOTAL Cumplimiento del Plan
			TOTAL		TOTAL		
1	Sistema de enfriamiento	- Válvula termostática	60	100.00%	49	81.67%	93.33%
		- Bomba de agua	120	100.00%	120	100.00%	
		- Radiador	120	100.00%	110	91.67%	
		- Junta de culata	120	100.00%	120	100.00%	
2	Sistema de lubricación	- Bomba de aceite	120	100.00%	107	89.17%	96.39%
		- Filtro de aceite	120	100.00%	120	100.00%	
		- Válvula de derivación y resorte	60	100.00%	60	100.00%	
3	Sistema de combustible	- Filtros de combustible	120	100.00%	113	94.17%	97.50%
		- Bomba de inyección de combustible	60	100.00%	59	98.33%	
		- Toberas de inyector	60	100.00%	60	100.00%	
4	Sistema de motor	- Culata de motor	60	100.00%	56	93.33%	95.21%
		- Anillos y pistones de motor	40	100.00%	40	100.00%	
		- Válvulas de admisión y escape	60	100.00%	56	93.33%	
		- Cojinetes de biela y bancada	120	100.00%	113	94.17%	
5	Sistema de admisión y escape	- Filtros de aire	120	100.00%	120	100.00%	94.44%
		- Silenciador de escape	120	100.00%	111	92.50%	
		- Turbo compresor	120	100.00%	109	90.83%	
6	Sistema de suspensión	- Fuelles de suspensión	120	100.00%	109	90.83%	87.08%
		- Amortiguadores de suspensión	120	100.00%	108	90.00%	
		- Ballestas de suspensión	120	100.00%	105	87.50%	
		- Válvula de nivel	120	100.00%	96	80.00%	
7	Sistema de neumáticos	- Neumáticos	120	100.00%	101	84.17%	84.17%

Tabla 14

Mantenimiento programado vs. Mantenimiento ejecutado continuación tabla 13

ID	SISTEMA	Descripción del componente	OTs programadas AÑO 2020		OT's realizadas AÑO 2020		TOTAL Cumplimiento del Plan
			TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	
8	Sistema de dirección	- Servodirección	120	100.00%	112	93.33%	93.33%
		- Caja de dirección	120	100.00%	120	100.00%	
		- Crucetas de dirección	120	100.00%	104	86.67%	
9	Sistema de frenos	- Cilindros neumáticos	60	100.00%	42	70.00%	90.28%
		- Compresor de aire	60	100.00%	54	90.00%	
		- Pastillas y zapatas de freno	60	100.00%	60	100.00%	
		- Válvula de cuatro vías	120	100.00%	112	93.33%	
		- Válvula principal de freno	60	100.00%	57	95.00%	
		- Freno de motor	60	100.00%	56	93.33%	
		- Caja de cambios	60	100.00%	60	100.00%	
10	Sistema de transmisión	- Disco de embrague y placa de presión	40	100.00%	40	100.00%	96.00%
		- Crucetas de cardan	60	100.00%	52	86.67%	
		- Piñón y corona del diferencial	60	100.00%	60	100.00%	
		- Rodamientos de boca masa	60	100.00%	56	93.33%	
		- Arrancador	60	100.00%	51	85.00%	
11	Sistema eléctrico	- Alternador	60	100.00%	54	90.00%	90.00%
		- Faros delanteros	120	100.00%	114	95.00%	
12	Sistema eléctrico y carrocería	- Sensores de motor	120	100.00%	116	96.67%	93.13%
		- Módulo de motor	60	100.00%	60	100.00%	
		- Chasis	120	100.00%	106	88.33%	
		- Soportes de cabina	120	100.00%	105	87.50%	

Al realizar la verificación del cumplimiento de órdenes de trabajo programas se evidenció un porcentaje mínimo de cumplimiento de 84.17% en el sistema de neumáticos y un porcentaje máximo de 97.5% en el sistema de combustible. Mientras que en los 10 sistemas restantes la fluctuación de cumplimiento se encuentra entre 87.08% y 96.39%. Teniendo como cumplimiento 3633 órdenes de trabajo lo que equivale al 92.68 %.

3.2.3. Determinación de la correlación del análisis de modo de falla (AMFE) en la gestión del mantenimiento

Tabla 15

Base de datos dimensiones “Nivel de prioridad de riesgo de modo de falla y cumplimiento del plan de mantenimiento”

NPR	177.25	308.67	501.70	262.50	180.00	202.50
	60.00	304.00	279.00	398.60	225.00	322.50
Cump.Plan	93.33	96.39	97.5	95.21	94.44	87.08
	84.17	93.33	90.28	96.00	90.00	93.13

Prueba estadística: Correlación de Pearson

Intervalo de confianza: 95 %

Nivel de significancia: 5% = 0.05

Tabla 16

Resultado análisis estadístico en SPSS “Nivel de prioridad de riesgo de modos de falla y cumplimiento del plan de mantenimiento”

Correlaciones			
		NPR	Cump.Plan
NPR	Correlación de Pearson	1	0.750**
	Sig. (bilateral)		0.005
	N	12	12
Cump.Plan	Correlación de Pearson	0.750**	1
	Sig. (bilateral)	0.005	
	N	12	12

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

Según los datos obtenidos en el software SPSS con una probabilidad de error de 0.005 y/o 0.5%; el análisis de modo de falla (AMFE) en los niveles de prioridad de riesgo, se correlaciona significativamente en el cumplimiento del mantenimiento de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.

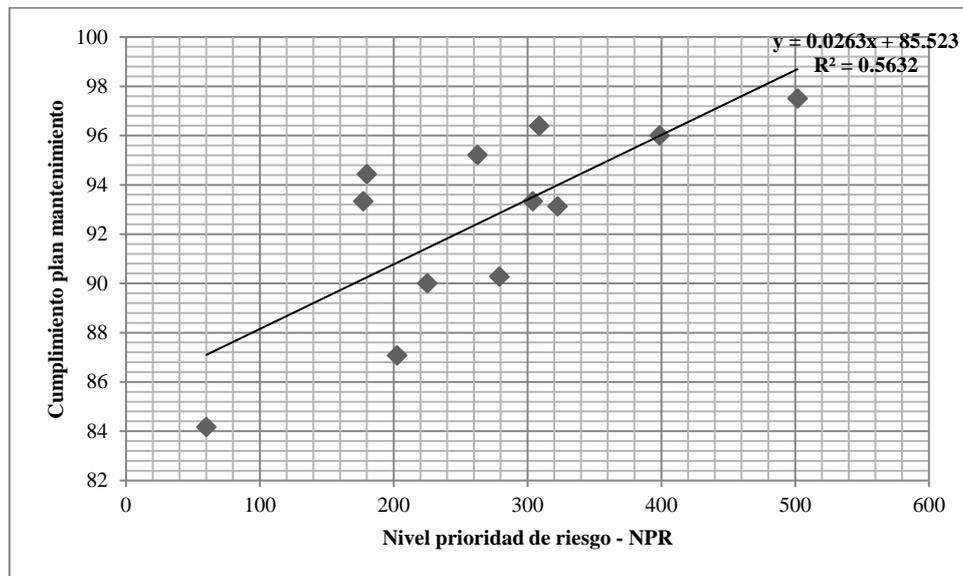


Figura 13

Gráfica de dispersión de datos Nivel de prioridad de riesgo de modos de falla y Cumplimiento del plan de mantenimiento

Existe correlación positiva alta ($R = 0.750 = 75.0\%$) entre el mantenimiento centrado en la confiabilidad y la productividad organizacional de la empresa de transportes San Francisco S.R.L. Donde $R^2 = 0.5632$.

3.3. Correlación de la realización de análisis de causa-raíz en el desempeño operativo de la empresa de transporte San Francisco S.R.L.

3.3.1. Análisis causa – raíz de problemas identificados

a. Problemas crónicos por sistemas de los vehículos

Tabla 17

Problemas crónicos identificados en órdenes de trabajo - OT's

ID	Sistemas vehiculares	Ranking de problemas crónicos identificados	Datos recolectados	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1	- Sistema de lubricación - Sistema de combustible - Sistema de motor - Sistema de suspensión - Sistema de frenos	Ausencia supervisión de conformidad	1599	1599	44%	44.01%
2	- Sistema de admisión y escape - Sistema de dirección	Inadecuada infraestructura área de mantenimiento	872	2471	24%	68.02%
3	Sistema de enfriamiento	Cumplimiento parcial plan de mantenimiento	581	3052	16%	84.01%
4	- Sistema de neumáticos - Sistema eléctrico - Sistema eléctrico y carrocería	Incumplimiento check diario	581	3633	16%	100.00%
			3633		100.00%	

Según los datos recolectados el 44% del mantenimiento de los sistemas vehiculares de la flota identifica como problema crónico la ausencia de supervisión de conformidad del servicio de mantenimiento en el taller de la empresa y mantenimiento externo en proveedores del servicio seleccionado; siendo los sistemas de lubricación, combustible, motor, suspensión y frenos en donde se presenta con mayor incidencia.

Luego el 24% de los datos recolectados identifica como problema crónico la inadecuada infraestructura del área del taller de mantenimiento de la empresa en donde se realiza el mantenimiento de la flota vehicular; siendo los sistemas de admisión y escape; y dirección en donde se presenta con mayor incidencia.

El 16% de los datos recolectados identifica como problema crónico el cumplimiento parcial del plan de mantenimiento anual de la flota vehicular de la empresa; siendo el sistema de enfriamiento en donde se presenta con mayor incidencia.

El 16% de los datos recolectados identifica como problema crónico el incumplimiento del check list diario de conformidad al momento de terminar el mantenimiento de las unidades vehiculares; siendo el los sistemas de neumáticos, eléctrico y carrocería en donde se presenta con mayor incidencia.

b. Representación gráfica de causas- raíz

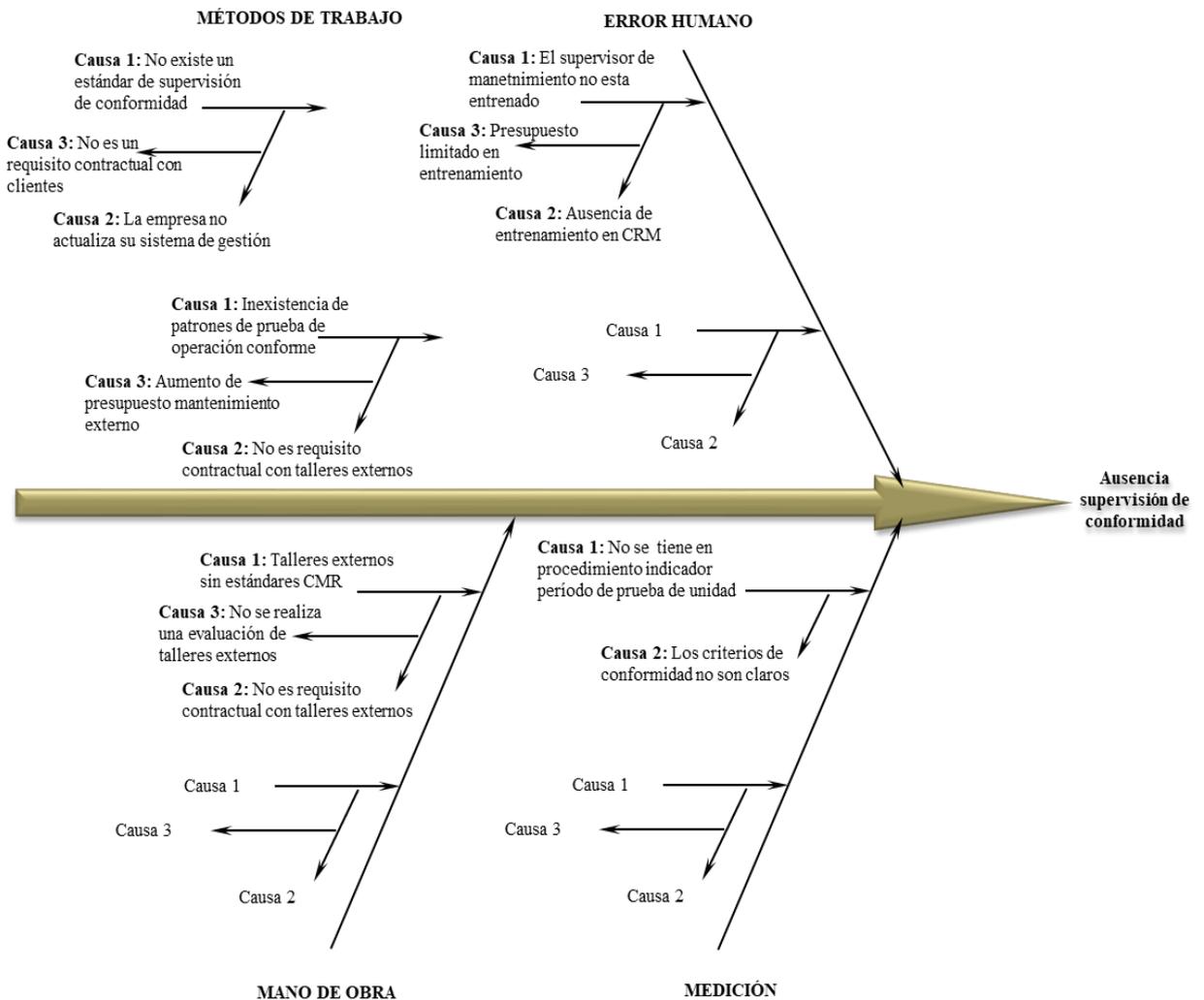


Figura 14

Causa – raíz del problema “Ausencia supervisión de conformidad”

De la estructuración del análisis se identifican 02 causas básicas personales: error humano y mano de obra, así mismo se identifican dos causas básicas del trabajo: métodos de trabajo y medición. Para cada uno de estas causas básicas existen causas inmediatas las cuales se detallan a continuación:

Para la causa básica personal de “Error humano”; se ha identificado 01 causa inmediata la cual es que el supervisor de mantenimiento de la empresa no se encuentra entrenado en la metodología de supervisión de conformidad con el servicio de mantenimiento de las unidades vehiculares ya que la alta dirección no ha programado en los últimos años un entrenamiento específico en mantenimiento centrado en la confiabilidad - CRM.

Para la causa básica personal “mano de obra”; se ha identificado 01 causa inmediata la cual es que para la contratación de talleres mecánicos externos que encargarían de mantenimientos específicos y especializados, éstos no cuentan con estándares de mantenimiento centrado en la confiabilidad certificados ya que la empresa al momento de contratar los servicios no incluye en los requisitos contractuales esta certificación lo que se agrava aún más que internamente no se acostumbra realizar una evaluación de conformidad con los requisitos solicitados.

Para a causa básica del trabajo “Métodos de trabajo”; se ha identificado 02 causas inmediatas que son la inexistencia de un estándar de supervisión de conformidad del mantenimiento al no ser un requisito contractual. Por último, la no existencia de patrones de mantenimiento externo es producto de no tener la intención de elevar presupuestos lo que conllevaría a un mayor gasto.

Para la causa básica del trabajo “Medición”; se ha identificado 01 causa inmediata la cual es que no se maneja un procedimiento donde se especifique los indicadores de período de unidades vehiculares que garanticen la eficacia del mantenimiento por parte del área interna de la empresa y/o contratista taller de mantenimiento.

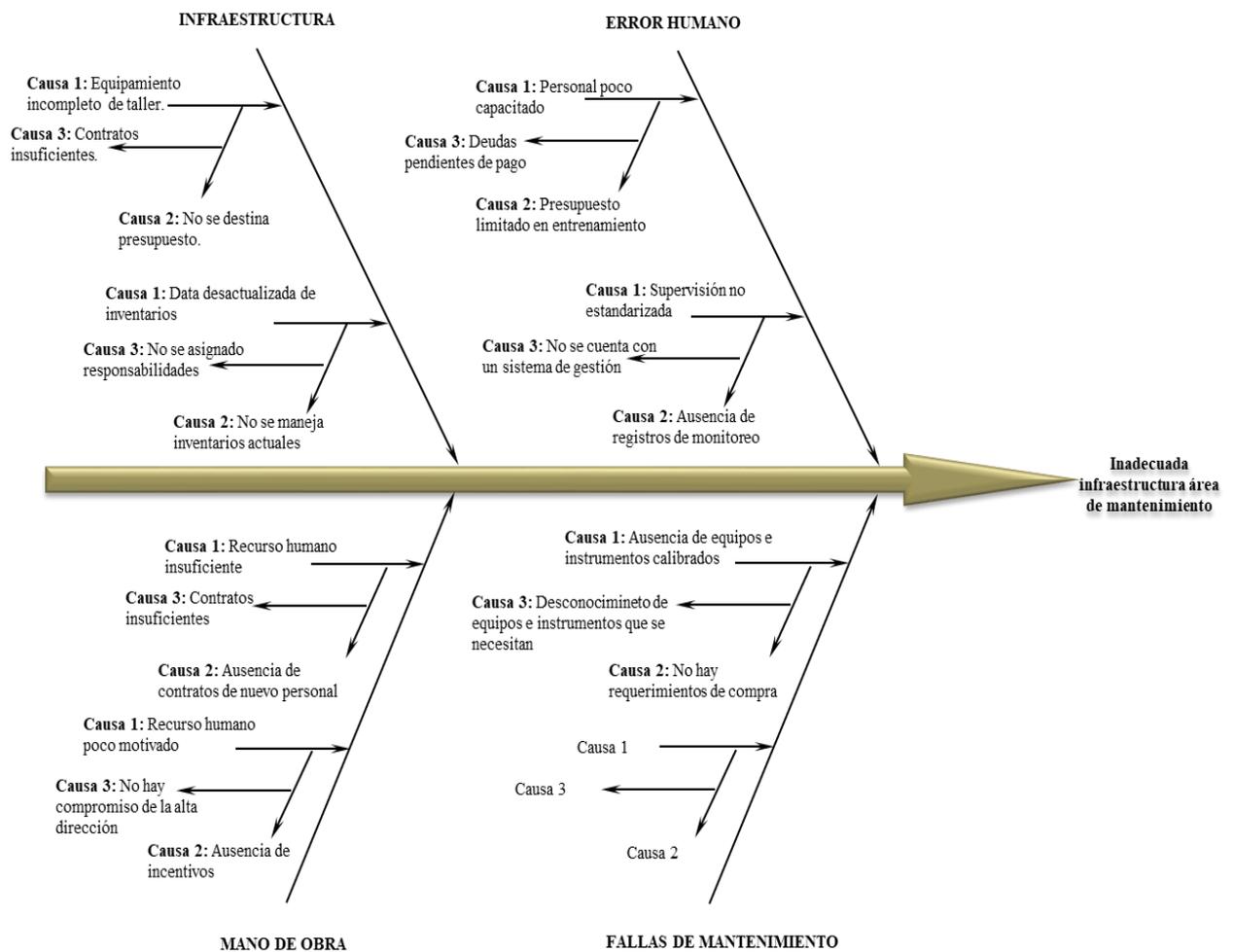


Figura 15

Causa – raíz del problema “Inadecuada infraestructura área de mantenimiento”

De la estructuración del análisis se identifican 02 causas básicas personales: error humano y mano de obra, así mismo se identifican dos causas básicas del trabajo: Infraestructura y fallas de mantenimiento. Para cada uno de estas causas básicas existen causas inmediatas las cuales se detallan a continuación:

Para la causa básica personal de “Error humano”; se ha identificado 02 causas inmediatas que son la existencia de personal poco capacitado para el mantenimiento

de las unidades vehiculares, esto debido a que el presupuesto es limitado para dirigir recursos al entrenamiento debido a las deudas pendientes de pago de la empresa con sus acreedores; luego se encuentra la causa inmediata de que la supervisión no está estandarizada lo que se evidencia por la ausencia de registros de monitoreo codificados de acuerdo a un sistema de control documentario propios de un sistema de gestión.

Para la causa básica personal de mano de obra; se ha identificado 02 causas inmediatas que son la insuficiente presencia de recurso humano contratado por la empresa que se debe dedicar al mantenimiento preventivo de las unidades vehiculares, esto debido a que en los últimos años no se ha contratado a nuevo personal por la coyuntura de pandemia Covid-19 lo que ha repercutido en pocos contratos para realizar el servicio de transporte.

Para la causa básica del trabajo “Infraestructura”; se ha identificado 02 causas inmediatas que son el taller cuenta con equipamiento incompleto para análisis minuciosos de las unidades por qué no se destina presupuesto para el equipamiento debido a la falta de fluidez de la empresa, luego se encuentra la causa inmediata de que existe inventarios desactualizados de mantenimiento debido a que no se ha formalizado responsabilidades.

Para la causa básica del trabajo “Fallas de mantenimiento”; se ha identificado 01 causa inmediata que es la ausencia de equipos e instrumentos calibrados debido a que el personal al no estar entrenado no hace requerimientos de compra.

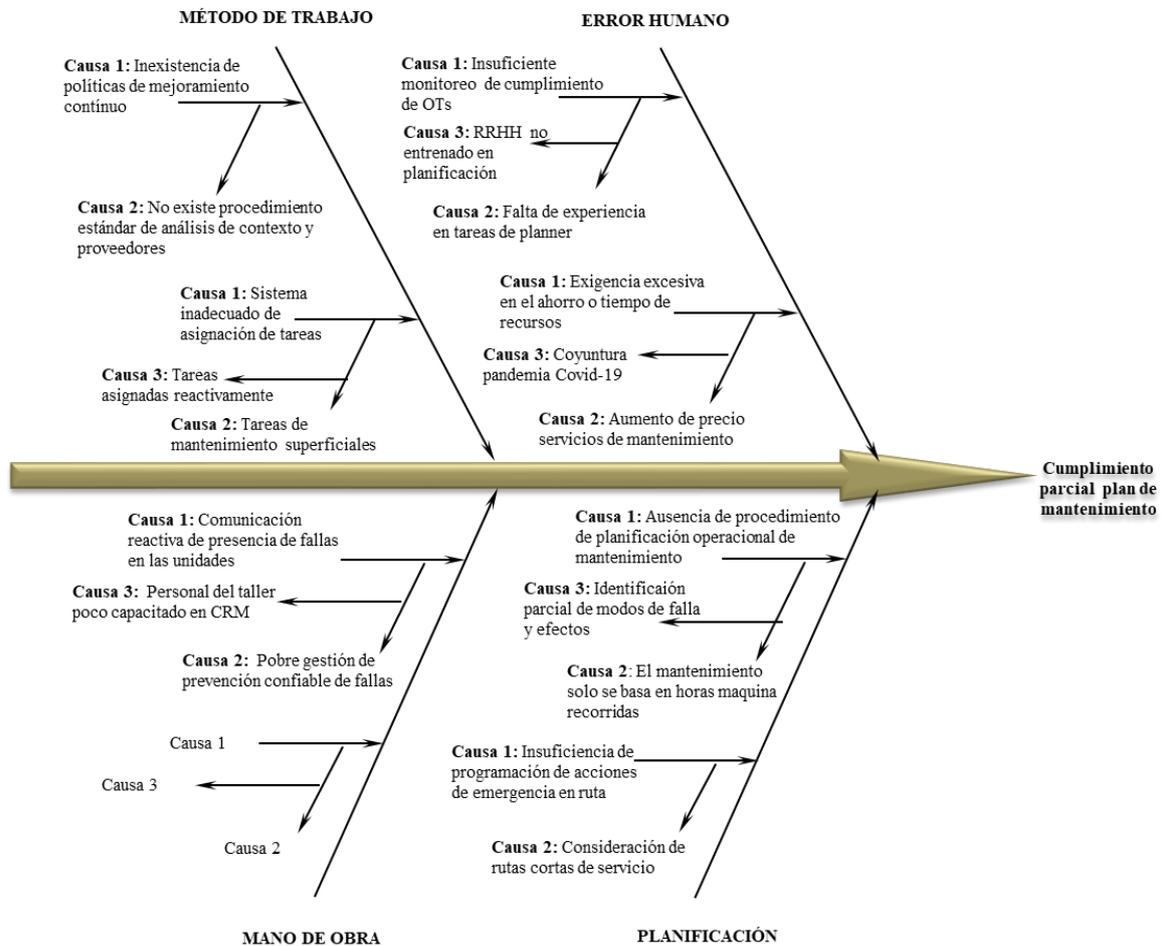


Figura 16

Causa – raíz del problema “Cumplimiento parcial del plan de mantenimiento”

De la estructuración del análisis se identifican 02 causas básicas personales: error humano y mano de obra, así mismo se identifican 02 causas básicas del trabajo: métodos de trabajo y planificación. Para cada uno de estas causas básicas existen causas inmediatas las cuales se detallan a continuación:

Para la causa básica personal de “Error humano”; se ha identificado 02 causas inmediatas que son el insuficiente monitoreo del cumplimiento de las órdenes de

trabajo debido a la falta de experiencia del recurso humano encargado como planner. Esto se ve agravado aún más por la exigencia de ahorro de recursos en los mantenimientos programados debido al aumento de precio de accesorios y servicios terceristas para realizar el mantenimiento de las unidades.

Para la causa básica personal de “Mano de obra”; se ha identificado 01 causa inmediata que es la existencia de comunicación reactiva de la necesidad de mantenimiento de las unidades por generación de modos de falla al no haber identificado y sistematizado con anterioridad modos de falla y efectos en los sistemas vehiculares de la empresa.

Para la causa básica del trabajo “Métodos de trabajo”; se ha identificado 02 causas inmediatas que son la inexistencia de políticas de mejoramiento continuo en el área de mantenimiento de la empresa debido a que no se ha estandarizado aún un estándar de análisis del contexto y proveedores con correlación en la óptima operación de las unidades vehiculares. Esto repercute en la asignación inadecuada de tareas internas y a contratistas de mantenimiento para asegurar la capacidad de las unidades vehiculares.

Para la causa básica del trabajo “Planificación”; se ha identificado 02 causas inmediatas que son la ausencia de procedimiento de planificación operacional del mantenimiento lo que repercute en la insuficiencia de programación de acciones de emergencia de acuerdo a los contextos de operación.

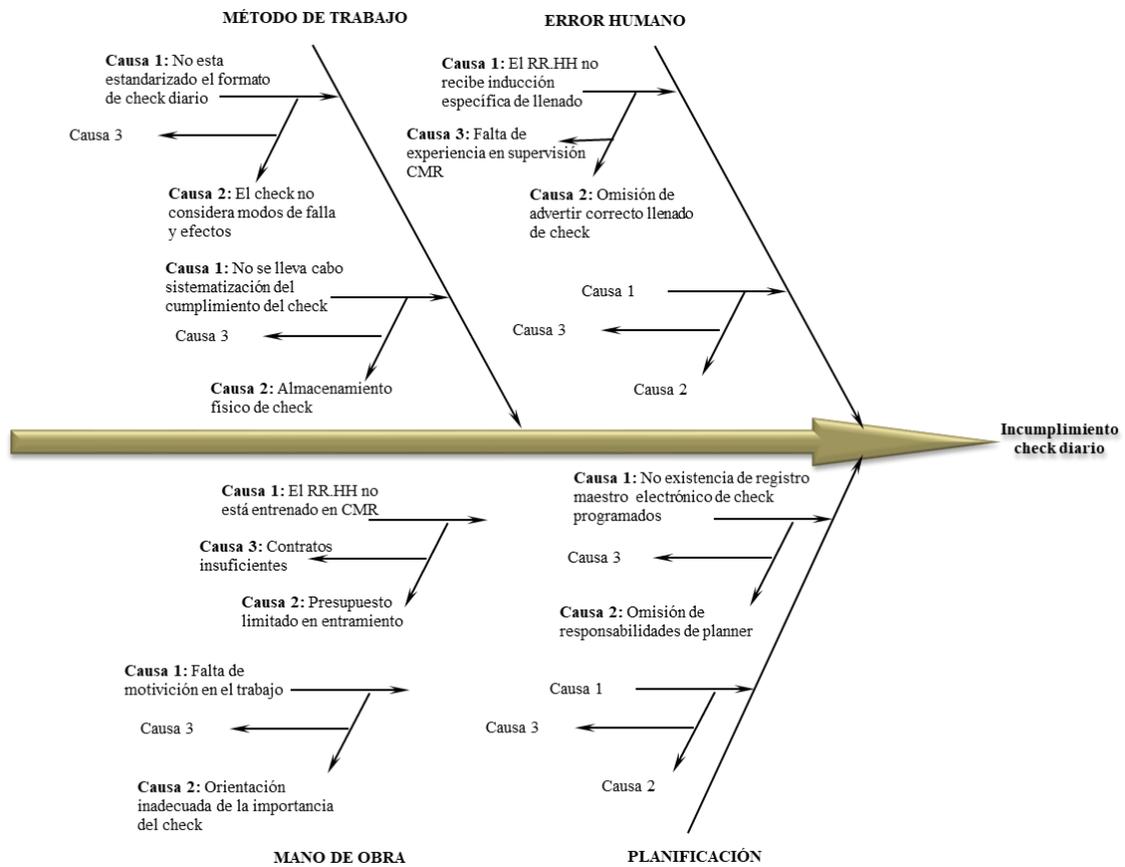


Figura 17

Causa – raíz del problema “Incumplimiento check – list diario”

De la estructuración del análisis se identifican 02 causas básicas personales: error humano y mano de obra, así mismo se identifican 02 causas básicas del trabajo: métodos de trabajo y planificación. Para cada uno de estas causas básicas existen causas inmediatas las cuales se detallan a continuación:

Para la causa básica personal de “Error humano”; se ha identificado 02 causas inmediatas que son el recurso humano no recibe inducción específica del llenado del check-list oficial de la empresa lo que se ve agravado por que los supervisores del área al momento de recepcionar el registro lleno omiten una revisión de conformidad del llenado por su falta de experiencia en supervisión CMR.

Para la causa básica personal de “mano de obra”; se ha identificado 02 causas inmediatas que son: el recurso humano del área de mantenimiento de la empresa no está entrenado en mantenimiento centrado en la confiabilidad – CMR ya que por el presupuesto limitado no se ha programado entrenamiento específico en los últimos dos años. Así mismo la falta de motivación en el trabajo es fortalecida por una orientación poco objetiva de los supervisores referente a la importancia del llenado del check-list diario.

Para la causa básica del trabajo “Método de trabajo”; se ha identificado 02 causas inmediatas que son el formato de check-list utilizado no se encuentra estandarizado teniendo en consideración el aseguramiento de conformidad respecto a los modos de falla atendidos. Así mismo los resultados de los check-list realizados no son sistematizados para que sirvan como referente y solo son almacenados en formato físico.

Para la causa básica del trabajo “Planificación”; se ha identificado 01 causa inmediata que es la no existencia de registro maestro en formato electrónico de check-list programados debido a la omisión de responsabilidades del RR.HH. del área de mantenimiento que debe ser emitido por la alta dirección.

c. Diagrama de Pareto

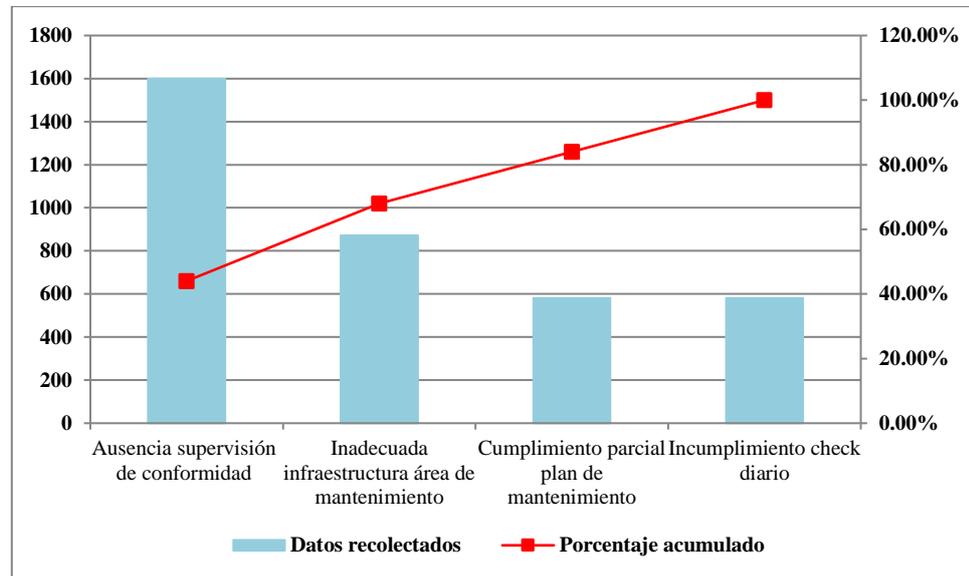


Figura 18

Diagrama de Pareto de priorización de problemas crónicos en mantenimiento

Nota: Los datos utilizados provienen de la tabla 22 “Problemas crónicos identificados en órdenes de trabajo - OT’s

El 68.00% de los problemas crónicos identificados en los sistemas que estructuran las unidades vehiculares se sitúan en la ausencia de supervisión de conformidad de órdenes de trabajo OT's y la inadecuada infraestructura del área de mantenimiento de la empresa mientras que el 32% de los problemas crónicos identificados se sitúan en cumplimiento parcial del plan de mantenimiento programado y el incumplimiento de conformidad para el llenado de check list de mantenimiento.

d. Ocurrencia de problemas crónicos

Tabla 18

Problemas crónicos por ranking en el año 2020

MES	Sistemas vehiculares	Ranking de problemas crónicos identificados prioritariamente	Ranking anual
1	Sistema de enfriamiento	- Cumplimiento parcial plan de mantenimiento	3
2	Sistema de lubricación	- Ausencia supervisión de conformidad	1
3	Sistema de combustible	- Ausencia supervisión de conformidad	1
4	Sistema de motor	- Ausencia supervisión de conformidad	1
5	Sistema de admisión y escape	- Inadecuada infraestructura área de mantenimiento	2
6	Sistema de suspensión	- Ausencia supervisión de conformidad	1
7	Sistema de neumáticos	- Incumplimiento check diario	4
8	Sistema de dirección	- Inadecuada infraestructura área de mantenimiento	2
9	Sistema de frenos	- Ausencia supervisión de conformidad	1
10	Sistema de transmisión	- Ausencia supervisión de conformidad	1
11	Sistema eléctrico	- Incumplimiento check diario	4
12	Sistema eléctrico y carrocería	- Incumplimiento check diario	4

De acuerdo a la sistematización de datos en la Tabla 23 se muestra por ocurrencia de problemas crónicos en forma mensual en el año 2020; observándose como problema predominante en 06 meses (febrero, marzo, abril, junio, septiembre y octubre) a la ausencia de supervisión de conformidad del servicio de mantenimiento. El problema predominante en 03 meses (julio, noviembre, diciembre) es el incumplimiento de check diario; en dos meses (mayo, agosto) el problema predominante fue la inadecuada infraestructura del área de

mantenimiento y por último en 01 mes (enero) fue el incumplimiento parcial del plan de mantenimiento.

3.3.2. Análisis del desempeño operativo de la empresa

a. Identificación de clientes en el año 2020

Tabla 19

Clientes reales en el año 2020

ID	Nombre de cliente	Frecuencia de trabajo	Cupones solicitados/día
1	ASSAC	L - V	10
2	AUTONORT	L - V	12
3	CEYCA	L - V	15
4	CSC	L - V	9
5	EPIROC	L - V	16
6	ESCO	L - V	11
7	FISAC	L - V	9
8	RENOVA	L - V	8
9	SGS	Variable	3
10	WESTFIRE	L - V	19
11	ALCOMEX CAJAMARCA EIRL	Variable	2
12	CONSORCIO DCSC	L - V	7
13	DICOMI	L - V	12
14	DIVINO SALVADOR SA	Variable	11
15	ECOSEAM	L - V	5
16	EXSA	L - V	6
17	GARCÍA	Variable	5
18	G&S SERVICIOS DE INGENEIRÍA SRL	Variable	3
19	IGC	Variable	9
20	INTELSI SAC	L - V	8
21	LA PAJUELA SAA	Variable	7
22	LICAN CONSULTORÍA	Variable	11
			198

El año 2020 la empresa ha tenido como clientes recurrentes del servicio de transporte de personas a 22 empresas cajamarquinas llegando a cubrir una

demanda del servicio de 198 asientos disponibles para transportar a personas a sus centros de trabajo en forma continua a 14 empresas los siete días de la semana y 8 empresas de forma variable. Teniendo en consideración la coyuntura de la pandemia del Covid-19 se acordó como ítem contractual utilizar solo la mitad de disponibilidad de cada unidad vehicular, por lo que se utilizó un promedio de 30 asientos por unidad y para cubrir la demanda identificada se tendría que asegurar 6 unidades vehiculares activas y 4 unidades de reserva en caso de emergencia.

b. Análisis de satisfacción del desempeño operativo
Tabla 20

Satisfacción desempeño operativo

I D	Sistemas vehiculares	Problemas crónicos identificados prioritariamente/ mes	Escala					Nive l
			Muy en desacuer do (1)	En desacu erdo (2)	Indifere nte (3)	De acuer do (4)	Muy de acuerd o (5)	
1	Sistema de enfriamiento	- Cumplimiento parcial plan de mantenimiento	0	0	0	1	0	4
2	Sistema de lubricación	- Ausencia supervisión de conformidad	0	0	0	1	0	4
3	Sistema de combustible	- Ausencia supervisión de conformidad	0	0	0	0	1	5
4	Sistema de motor	- Ausencia supervisión de conformidad	0	0	0	0	1	5
5	Sistema de admisión y escape	- Inadecuada infraestructura área de mantenimiento	0	0	0	1	0	4
6	Sistema de suspensión	- Ausencia supervisión de conformidad	0	0	0	1	0	4
7	Sistema de neumáticos	- Incumplimiento check diario	0	0	1	0	0	3
8	Sistema de dirección	- Inadecuada infraestructura área de mantenimiento	0	0	0	1	0	4
9	Sistema de frenos	- Ausencia supervisión de conformidad	0	0	1	0	0	3
10	Sistema de transmisión	- Ausencia supervisión de conformidad	0	0	1	0	0	3
11	Sistema eléctrico	- Incumplimiento check diario	0	1	0	0	0	2
12	Sistema eléctrico y carrocería	- Incumplimiento check diario	0	0	1	0	0	3

Tendiendo a la sistematización de datos de la pregunta dirigida al jefe de mantenimiento de la empresa que se expresa “Según el ranking de problemas crónicos en forma prioritaria identificados por mes en el año 2020 ¿Está usted de

acuerdo con lo identificado mensualmente? El 58% de las respuestas fluctúan entre satisfecho y muy satisfecho, el 33% en indiferente y el 8% en desacuerdo.

3.3.3. Determinación de la correlación de la realización de análisis de causa-raíz en el desempeño operativo de unidades vehiculares de la empresa

Tabla 21

Base de datos dimensiones “problemas crónicos año 2020 y satisfacción del desempeño operativo”

Prob. crónicos	3	1	1	1	2	1
	4	2	1	1	4	4
Satisf. desempeño	4	4	5	5	4	4
	3	4	3	3	2	3

Prueba estadística: Correlación de Pearson

Intervalo de confianza: 95 %

Nivel de significancia: 5% = 0.05

Tabla 22

Resultado análisis estadístico en SPSS “Problemas crónicos de análisis causa-raíz y desempeño operativo de unidades”

Correlaciones			
Prob.crónicos	Correlación de Pearson	Prob.crónicos	Satisfacción
		1	-0.599*
	Sig. (bilateral)		0.040
	N	12	12
Satisfacción	Correlación de Pearson	-0.599*	1
	Sig. (bilateral)	0.040	
	N	12	12

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Según los datos obtenidos en el software SPSS con una probabilidad de error de 0.040 y/o 4.0%; la realización de causas-raíz, se correlaciona significativamente en el desempeño operativo de las unidades vehiculares de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.

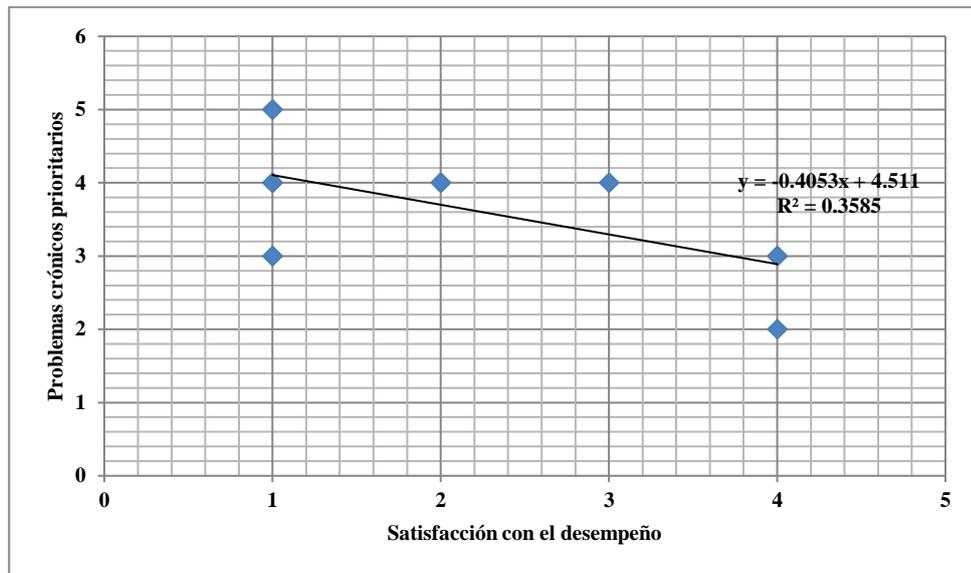


Figura 19

Gráfica de dispersión de datos Problemas crónicos de análisis causa-raíz y desempeño operativo de unidades

Existe correlación negativa moderada ($R = -0.599 = 59.9\%$) entre el análisis de causa-raíz y el desempeño operativo de las unidades vehiculares de la empresa de transportes San Francisco S.R.L. Donde $R^2 = 0.3585$

3.4. Correlación de la capacidad de los activos en los costos de mantenimiento de la empresa de transportes San Francisco S.R.L

3.4.1. Análisis de la capacidad de los activos

a. Estructuración órdenes de servicio de clientes en el 2020

Tabla 23

Órdenes de servicio de unidades vehiculares

Unidad es (Placa)	Capaci d. activo (mes/ máquin a)	Operatividad Anual - 2020 (Mes/máquina)											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T9F-964	25	24	25	12	25	14	25	19	25	12	25	25	12
T8W-968	25	24	15	25	15	25	25	15	25	25	13	25	12
M5C-958	25	23	25	15	25	25	17	25	25	13	25	25	9
D2E-958	25	24	12	25	25	19	25	25	12	25	25	12	25
D1Z-959	25	15	24	20	25	17	25	25	14	25	12	25	25
D1Z-958	25	19	16	25	16	25	18	16	25	25	14	25	15
T7Z-968	25	23	25	25	14	25	18	25	14	25	25	15	25
T7Z-952	25	12	25	25	25	16	25	25	16	25	11	25	25
T6M-958	25	11	25	15	25	25	16	25	25	14	25	13	25
T5T-969	25	25	12	25	14	25	25	11	25	15	25	12	25
TOTAL	250	200	204	212	209	216	219	211	206	204	200	202	198
	100.00	80.00	81.60	84.80	83.60	86.40	87.60	84.40	82.40	81.60	80.00	80.80	79.20
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

La capacidad de los activos vehiculares se representa por el nivel de operatividad atendiendo a los siguientes criterios:

Modelo de unidades vehiculares: BUSES

Nº de unidades: 10

Capacidad de transporte de pasajeros: 60 personas; pero por contexto mundial de la pandemia Covid19 solo se transporta a 30 personas en cada bus.

Período de operación (PO): 25 días

Índice de operatividad (IO): N° de unidades*Período de operación: 250 días-máquina

El criterio de uso de los vehículos alcanza a cubrir según los cupones solicitados para transporte de los clientes reales en el año 2020 el cual permanece invariable a 198 personas, para cubrir esta demanda se necesita 6 unidades vehiculares y para casos de emergencia y/o anormalidad de la operación 4 unidades vehiculares, lo que equivale al número de unidades tomadas como muestra en el estudio.

Así mismo la utilización de las unidades vehiculares a su máxima operatividad es cada 02 meses, disminuyendo periódicamente por el cumplimiento del mantenimiento de los sistemas vehiculares de las unidades.

La suma de capacidad de los activos (10 unidades vehiculares) al mes es de 250 días máquina alcanzando un total de 3000 días máquina. Se alcanza el mínimo de operatividad en enero de 80% y diciembre de 79.20%; siendo los meses de mayo y junio en donde se alcanzan la mayor operacionabilidad de los vehículos de 86.40% y 87.60% respectivamente.

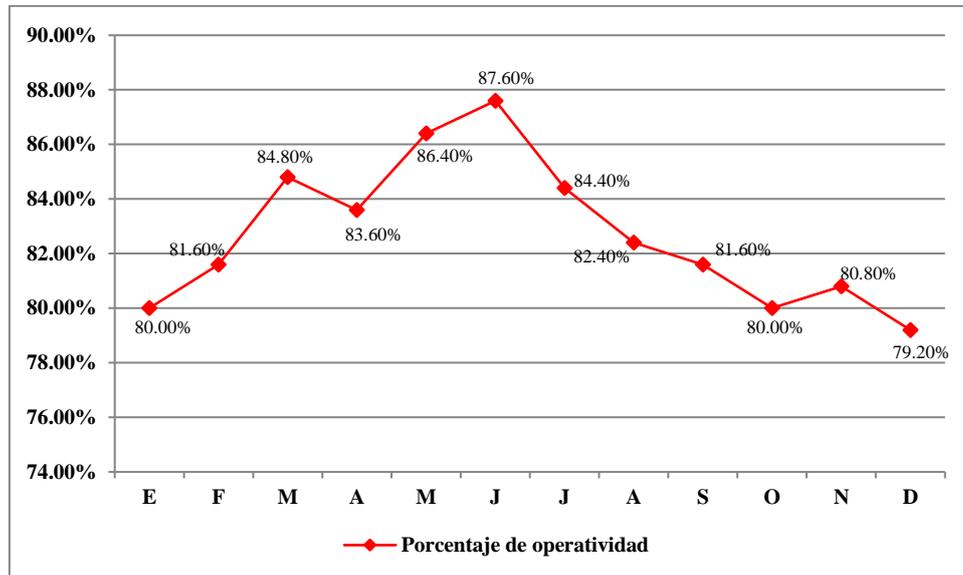


Figura 20

Nivel de operatividad de las unidades vehiculares

Se evidencia un incremento sostenido de la operatividad de las 10 unidades vehiculares de enero a junio, alcanzando un máximo de operatividad de 87.60%; luego se observa la disminución de la operatividad de la flota posiblemente coincidiendo la disminución de la demanda de transporte debido al recorte de la demanda de los clientes para el transporte de personas debido a la agudización de casos clínicos de Covid19 en la población alcanzando un mínimo de operatividad de 79.20%.

b. Nivel de operación de cumplimiento de los activos
Tabla 24
Inoperatividad de unidades vehiculares

Unidades (Placa)	Capacidad. activo (mes/ máquina)	Inoperatividad Anual - 2020 (Mes/máquina)											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T9F-964	25	1	0	13	0	11	0	6	0	13	0	0	13
T8W-968	25	1	10	0	10	0	0	10	0	0	12	0	13
M5C-958	25	2	0	10	0	0	8	0	0	12	0	0	16
D2E-958	25	1	13	0	0	6	0	0	13	0	0	13	0
D1Z-959	25	10	1	5	0	8	0	0	11	0	13	0	0
D1Z-958	25	6	9	0	9	0	7	9	0	0	11	0	10
T7Z-968	25	2	0	0	11	0	7	0	11	0	0	10	0
T7Z-952	25	13	0	0	0	9	0	0	9	0	14	0	0
T6M-958	25	14	0	10	0	0	9	0	0	11	0	12	0
T5T-969	25	0	13	0	11	0	0	14	0	10	0	13	0
TOTAL	250	50	46	38	41	34	31	39	44	46	50	48	52
	100.00	20.00	18.40	15.20	16.40	13.60	12.40	15.60	17.60	18.40	20.00	19.20	20.80
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

Se evidencia el aumento de inoperatividad de la flota vehicular de 10 unidades a partir de julio con un 15.60% alcanzando el máximo porcentaje el mes de diciembre de 20.80%. Los meses de mayo y junio alcanzan el menor porcentaje de inoperatividad alcanzando 13.60% y 12.40% respectivamente. Se evidencia un porcentaje máximo de inoperatividad los meses de enero y diciembre alcanzando 20.00% y 20.80% debido a que en estos meses es a época de renovación de contratos con los clientes reales.

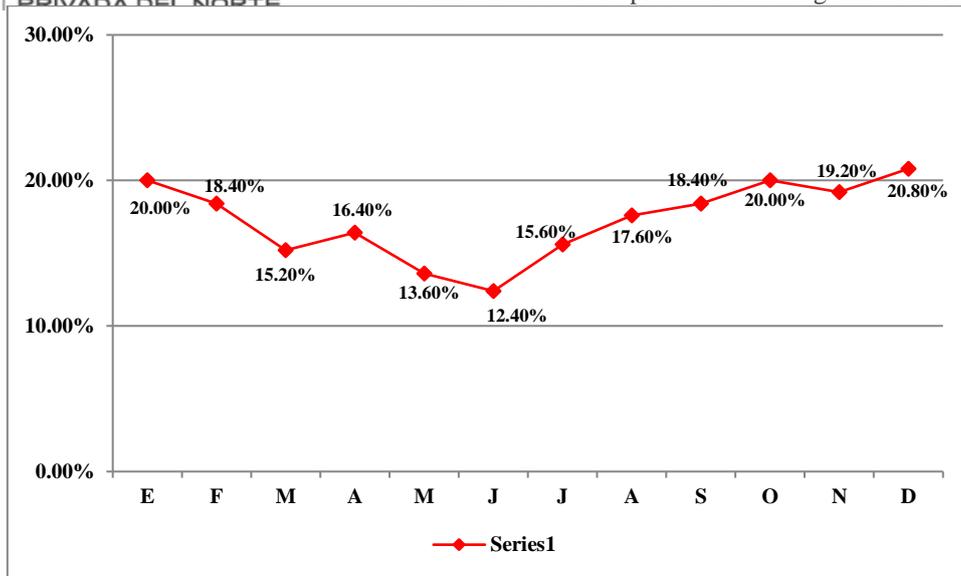


Figura 21

Nivel de inoperatividad de las unidades vehiculares

Se evidencia un incremento sostenido de la inoperatividad de las 10 unidades vehiculares de julio a diciembre, alcanzando un máximo de inoperatividad de 20.80%; se observa los mínimos porcentajes de inoperatividad de la flota los meses de mayo y junio en un 13.60% y 12.40% respectivamente.

3.4.2. Análisis de costos de mantenimiento

a. Costos de mantenimiento estándar por unidad vehicular – 2020

Tabla 25

Costos estándar de mantenimiento anual/Unidad vehicular

1.1	MANTENIMIENTO		COSTO (S/.)	MANO OBRA
1.1.1	<u>REVISION DE FRENOS</u>			
1.1.1.1	Juego de lonas delanteras	S/.	235.00	S/120.00
1.1.1.2	Juego de lonas posterior	S/.	245.00	S/120.00
1.1.1.3	Anillo sello de aire	S/.	25.00	S/60.00
1.1.1.4	Resorte patín freno	S/.	90.00	S/150.00
1.1.1.5	Materiales e insumos varios	S/.	-	S/350.00
	TOTAL₁	S/.	595.00	S/800.00
1.1.2	<u>REVISION DE EMBRAGUE</u>			
1.1.2.1	Discos de Embrague			
1.1.2.2	Prensa	S/.	4,320.00	S/360.00
1.1.2.3	Rodaje de empuja			
1.1.2.4	Servo embrague de caja de cambios	S/.	470.00	S/265.00
	TOTAL₂	S/.	4,790.00	S/625.00
1.1.3	<u>REVISION DE RODAMIENTOS DELANTEROS Y POSTERIORES</u>			
1.1.3.1	Rodamiento delantero exterior	S/.	250.00	
1.1.3.2	Rodamiento delantero interior	S/.	280.00	S/120.00
1.1.3.3	Reten delantero de bocamasa	S/.	30.00	
1.1.3.4	Grasa	S/.	15.00	
1.1.3.5	Pines u bocinas de dirección	S/.	1,340.00	S/354.00
1.1.3.6	Rodajes exteriores eje posterior	S/.	280.00	
1.1.3.7	Rodajes interior eje posterior	S/.	320.00	S/200.00
1.1.3.8	Empaque tapa bocamaza	S/.	250.00	
1.1.3.9	Reten bocamaza posterior	S/.	45.00	
1.1.3.10	Raches de freno Delantero	S/.	1,200.00	S/30.00
1.1.3.11	Raches de freno posterior	S/.	1,200.00	S/60.00
1.1.3.12	Materiales e insumos varios	S/.	50.00	S/0.00
	TOTAL₃	S/.	5,260.00	S/764.00
1.1.4	<u>REVISION DE SISTEMA DE CARGA DE ARRANQUE</u>			
1.1.4.1	Mantenimiento de arrancador	S/.	-	S/100.00
1.1.4.2	Mantenimiento de alternador	S/.	-	S/100.00
1.1.4.3	Materiales de arrancador y alternador	S/.	620.00	S/0.00
	TOTAL₄	S/.	620.00	S/200.00
1.1.5	<u>REVISION DE SISTEMA DE COMBUSTIBLE E INYECTORES</u>			
1.1.5.1	Desmante y calibración inyectores	S/.	345.00	S/45.00
1.1.5.2	Limpieza de tanque de combustible	S/.	-	S/180.00
1.1.5.3	Materiales varios	S/.	50.00	S/0.00
	TOTAL₅	S/.	395.00	S/225.00

Tabla 26

Costos estándar de mantenimiento anual/Unidad vehicular.....continuación tabla 25

1.1	MANTENIMIENTO	COSTO (S/.)	MANO	OBRA	
1.1.6	<u>REVISION COMPLEMENTARIA</u>				
1.1.6.1	Alineación de dirección y balanceo de ruedas	S/.	-	S/650.00	
1.1.6.2	Cambios de bocinas y de jebe de barra delantera y posterior	S/.	25.00	S/15.00	
1.1.6.3	Sistema de alarma	S/.	426.00	S/215.00	
1.1.6.4	Pines de muelle delantero	S/.	77.50	S/45.00	
1.1.6.5	Bocinas de muelle delantero	S/.	243.00	S/0.00	
1.1.6.6	Pines de muelle posterior	S/.	77.50	S/45.00	
1.1.6.7	Bocinas de muelle posterior	S/.	243.00	S/0.00	
1.1.6.8	Jebe de barra estabilizadora delantera media luna	S/.	25.00	S/30.00	
1.1.6.9	Bocinas de barra estabilizadora delantera y posterior	S/.	25.00	S/15.00	
1.1.6.10	Jebe de barra estabilizadora posterior media luna	S/.	40.00	S/30.00	
1.1.6.11	Faja de alternador	S/.	190.00	S/80.00	
1.1.6.12	Faja de compresora	S/.	141.00	S/0.00	
1.1.6.13	Empaquetadura de Carter	S/.	60.00	S/80.00	
1.1.6.14	Crucetas de Cardan	S/.	355.00	S/70.00	
1.1.6.15	Amortiguadores Delanteros y Posteriores	S/.	525.00	S/40.00	
1.1.6.16	Amortiguadores Delanteros y Posteriores	S/.	550.00	S/40.00	
1.1.6.17	Termostato	S/.	250.00	S/100.00	
1.1.6.18	Bomba master de pedal de freno	S/.	420.00	S/100.00	
1.1.6.19	Pulmón de freno posterior	S/.	1,100.00	S/120.00	
1.1.6.20	Baterías	S/.	580.00	S/50.00	
1.1.6.21	Cambio de arrancador	S/.	4,500.00	S/50.00	
1.1.6.22	Cambio de alternador	S/.	5,300.00	S/50.00	
1.1.6.23	Cambio de Tambores de freno delanteros	S/.	910.00	S/60.00	
1.1.6.24	Cambio de Tambores de freno posteriores	S/.	950.00	S/60.00	
1.1.6.25	Bomba de agua	S/.	700.00	S/200.00	
1.1.6.26	Cambio de terminales de dirección	S/.	190.00	S/100.00	
1.1.6.27	Toberas	S/.	420.00	S/300.00	
1.1.6.28	Turbo OM366LA	S/.	6,470.00	S/200.00	
1.1.6.29	Paquete de Muelles Delantero	S/.	2,500.00	S/130.00	
1.1.6.30	Paquete de Muelles posterior	S/.	3,000.00	S/130.00	
TOTAL₆		S/.	30,293.00	S/.	3,005.00
1.1.7	<u>MANTENIMIENTO DE CARROCERIA</u>				
1.1.7.1	Overhall	S/.	415.00	S/700.00	
1.1.7.2	Mantenimiento de asientos	S/.	1,100.00	S/625.00	
1.1.7.3	Mantenimientos correctivos	S/.	1,100.00	S/700.00	
TOTAL₇		S/.	2,615.00	S/.	2,025.00

Tabla 27

Costos estándar de mantenimiento anual/Unidad vehicular...continuación tabla 25

1.1	MANTENIMIENTO	COSTO (S/.)	MANO	OBRA
1.1.8	<u>NEUMATICOS</u>			
1.1.8.1	Delanteras	S/. 2,150.00		S/320.00
1.1.8.2	Posteriores	S/. 2,150.00		S/320.00
TOTAL₈		S/. 4,300.00		S/640.00
1.1.9	<u>LUBRICANTES</u>			
1.1.9.1	Aceite de motor	S/. 28.75		S/45.00
1.1.9.2	Filtro de aceite	S/. 170.00		S/10.00
1.1.9.3	Filtro de combustible	S/. 175.00		S/10.00
1.1.9.4	Filtro de combustible racord	S/. 280.00		S/10.00
1.1.9.5	Anillo de tapón de cárter	S/. 2.00		S/0.00
1.1.9.6	Filtro de aire 1	S/. 140.00		S/20.00
1.1.9.7	Filtro de aire 2	S/. 120.00		S/20.00
1.1.9.8	Filtro secador de aire	S/. 30.00		S/20.00
1.1.9.9	Aceite de caja de cambio	S/. 38.90		S/45.00
1.1.9.10	Aceite de diferencial a corona	S/. 15.50		S/45.00
1.1.9.11	Aceite de dirección hidráulica	S/. 18.75		S/45.00
1.1.9.12	Empaque de balancines	S/. 20.00		S/45.00
1.1.9.13	Refrigerantes	S/. 13.11		S/45.00
1.1.9.14	Materiales e insumos varios	S/. 1,052.01		S/360.00
TOTAL₉		S/. 1,052.01		S/360.00
1.1.10	<u>LAVADO Y ENGRASE</u>			
1.1.10.1	Lavado y engrase Simple	S/. 90.00		S/100.00
1.1.10.2	Lavado y engrase Especial	S/. 90.00		S/100.00
TOTAL₁₀		S/ 180.00		S/200.00
TOTAL1+TOTAL2+TOTAL3+TOTAL4+TOTAL5+TOTAL6+TOTAL7+TOTAL8+TOTAL9+TOTAL10		S/50,100.01		S/8,844.00

En la tabla se describe la totalidad de mantenimientos preventivos y correctivos programados como estándar por unidad vehicular al año; por lo cual el costo anual*unidad vehicular es igual a la suma de costos de insumos necesarios y mano de obra por lo que equivale a S/.58,944.01; trasladando este dato a las 10 unidades vehiculares se alcanza un monto de S/.707,328.12 sería el costo anual de mantenimiento programado. De allí el cumplimiento de la totalidad del

presupuesto es variable mensualmente atendiendo a los mantenimientos programados que en su totalidad es una combinación de rubros, pero no el total.

b. Análisis de cumplimiento de ejecución del presupuesto de mantenimiento

Tabla 28

Ejecución presupuesto mantenimiento programado

MANTENIMIENTO	Cumplimiento mantenimiento -2020					
	E	F	M	A	M	J
Mantenimiento 1	S/189,352.05	---	---	---	---	---
Mantenimiento 2	---	S/190,179.04	---	---	---	---
Mantenimiento 3	---	---	S/208,728.02	---	---	---
Mantenimiento 4	---	---	---	S/175,674.06	---	---
Mantenimiento 5	---	---	---	---	S/211,403.05	---
Mantenimiento 6	---	---	---	---	---	S/242,686.05

Tabla 29

Ejecución presupuesto mantenimiento programado.... continuación tabla 28

MANTENIMIENTO	Cumplimiento mantenimiento -2020					
	J	A	S	O	N	D
Mantenimiento 7	S/208,548.07	---	---	---	---	---
Mantenimiento 8	---	S/204,825.03	---	---	---	---
Mantenimiento 9	---	---	S/190,552.05	---	---	---
Mantenimiento 10	---	---	---	S/190,552.05	---	---
Mantenimiento 11	---	---	---	---	S/199,621.05	---
Mantenimiento 12	---	---	---	---	---	S/124,440.01

Se evidencia el aumento sostenido de gasto del presupuesto de mantenimiento cada tres meses en el primer semestre del año de S/.189,352.05 a S/.208,728.02 en el primer trimestre; S/. 175,674.06 a S/. 242,686.05 en el segundo trimestre. En el segundo semestre se observa un comportamiento mensual de aumento y disminución de gasto posiblemente este comportamiento se deba a la varianza de la demanda en estos meses.

3.4.3. Determinación de la correlación de la capacidad de los activos en los costos de mantenimiento

Tabla 30

Base de datos dimensiones “Capacidad de los activos año 2020 y mantenimiento ejecutado”

Capacid. Activos (%)	80.00	81.60	84.80	83.60	86.40	87.60
Mantto. Ejecutado (S/.)	189,352.05	190,179.04	208,728.02	175,674.06	211,403.05	242,686.05
	208,548.07	204,825.03	208,728.02	190,552.05	199,621.05	124,440.01

Prueba estadística: Correlación de Pearson

Intervalo de confianza: 95 %

Nivel de significancia: 5% = 0.05

Tabla 31

Resultado análisis estadístico en SPSS “Capacidad de los activos y mantenimiento ejecutado”

Correlaciones			
		Capacidad Activos	Costo mantto
Capacidad activos	Correlación de Pearson	1	0.705*
	Sig. (bilateral)		0.010
	N	12	12
Costo mantto	Correlación de Pearson	0.705*	1
	Sig. (bilateral)	0.010	
	N	12	12

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Según los datos obtenidos en el software SPSS con una probabilidad de error de 0.010 y/o 1.0%; la realización la capacidad de los activos, se correlaciona significativamente en el mantenimiento ejecutado de las unidades vehiculares de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.

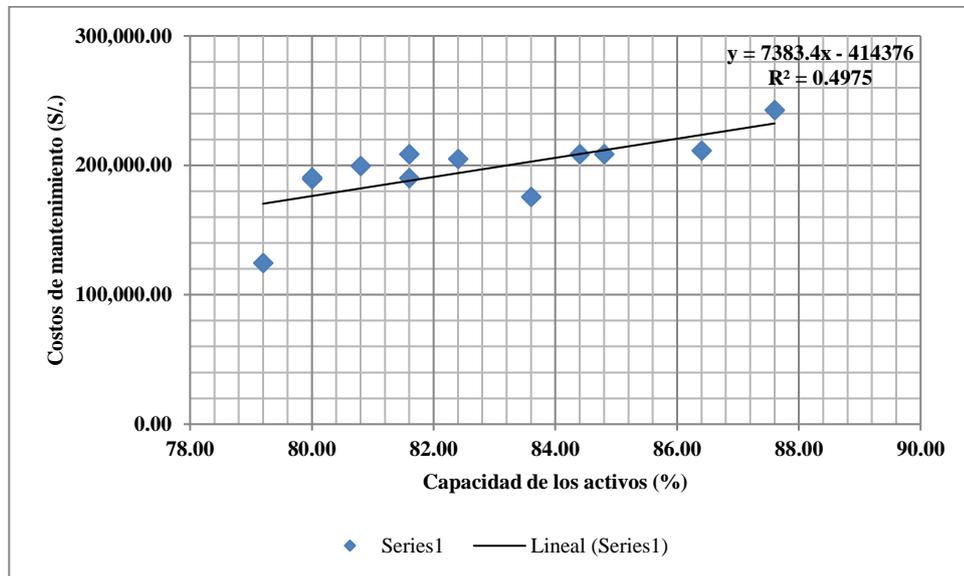


Figura 22

Gráfica de dispersión de datos Capacidad de activos y mantenimiento ejecutado

Existe correlación positiva alta ($R = 0.705 = 70.5\%$) entre la capacidad de los activos y el mantenimiento ejecutado de las unidades vehiculares de la empresa de transportes San Francisco S.R.L. Donde $R^2 = 0.4975$

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

En el análisis de la variable “mantenimiento centrado en la confiabilidad – CRM” posee tres dimensiones: análisis modo de falla - AMFE, análisis causa-raíz y capacidad de los activos. De donde se observa el análisis de modo de falla de las unidades vehiculares se realiza “a veces”; no existiendo la práctica de análisis del contexto operacional para cubrir el servicio de transporte, monitoreo de los mantenimientos en función de los modos de falla y el análisis de consecuencias de la inoperatividad. Así mismo se observa que se toma “a veces” en consideración el plan anual del mantenimiento programado lo cual se refleja en las inexistencias de alertas tempranas de órdenes de trabajo OT’s e insuficientes acciones de cumplimiento para mejorar continuamente las operaciones de mantenimiento. Por último, en el análisis de capacidad de los activos “a veces” toma en consideración el aseguramiento del stock de los repuestos en el taller de mantenimiento de la empresa.

Lo anteriormente descrito guarda estrecha relación con las conclusiones de la investigación denominada “Diseño de la estrategia de mantenimiento centrado en confiabilidad para la flota de camiones cisterna de la empresa Hidrotanques”, donde centra su estudio en caracterizar su flota vehicular, identificar sus modos y efectos de falla, determinando las consecuencias de su modo de falla y consecuentemente a ello establecer tareas de mantenimiento de fallas por su grado de incidencia, concluyendo que “frente a la necesidad de la empresa de no contar con sistema para la gestión de mantenimiento de su parque automotor y pretender evitar fallas

impredecibles, operaciones pausadas, aumento de costos de mantenimiento a largo plazo producto a intervenciones de mantenimiento de tipo reactivo se sugirió la técnica RCM como estrategia para diseñar la gestión de mantenimiento la cual tiene en cuenta implicaciones ambientales, seguridad de falla, un diseño operativo optimizado basado en rendimiento, calidad y servicio al cliente y mejor relación costo – efectividad enfocando atención continua en aquellas actividades que presentan mayor efecto en el desempeño del activo; por lo que en base a los resultados obtenidos en los valores de NRP y severidad del AMFE; aquellas fallas con los valores más elevados tendrán prioridad y de este se aseguraría una eficiente inversión de mantenimiento. (Vesga Ferreira, 2019)

En el análisis de la variable “productividad organizacional” posee tres dimensiones: gestión del mantenimiento, desempeño operativo y costos del mantenimiento. De donde se observa la gestión del mantenimiento “a veces” cumple en su totalidad con el plan de mantenimiento registrado y monitoreando las condiciones de funcionamiento de cada vehículo, esto debido a que se basa en un presupuesto estándar de mantenimiento preventivo/correctivo de una unidad vehicular que en su totalidad no se realiza ya que se activa las órdenes de trabajo de acuerdo a las fallas históricas referenciales que reporta el área de mantenimiento. Así mismo se observa en el desempeño operativo “a veces” cumple en su totalidad con el plan de mantenimiento registrado y monitoreando las condiciones de funcionamiento de cada vehículo. Por último, en el análisis de costos de mantenimiento la empresa “siempre” presenta retrasos en las órdenes de trabajo y no maneja una lista de proveedores especialistas para el mantenimiento externo de las unidades. Cumpliendo “a veces” con el desempeño total de la flota, el

monitoreo de acciones de mejora para no incurrir en esos retrasos; solo prestando atención prioritaria cuando así lo solicitan los términos contractuales de sus contratos.

Lo anteriormente descrito guarda relación con el enfoque de investigación denominada “Mejora del Plan de Mantenimiento Preventivo para Incrementar la Disponibilidad de los Buses de la Empresa de Transporte Allin Group Javier Prado S.A. Concesionaria de los Corredores Complementarios de la Municipalidad de Lima”, donde para incrementar la disponibilidad de los buses de la empresa de transporte utilizó como herramientas para el análisis el diagrama de Pareto, Ishikawa y el FODA y así saber el estado de la empresa, creando después actividades enfocadas en la criticidad de los sistemas y/o familias que presentaban mayor número de fallas en la flota vehicular, implementando un plan de mantenimiento conformado por dos partes: la inspección semanal y el mantenimiento periódico, según frecuencia de inspección y cambio de repuesto, por kilómetros para garantizar la disponibilidad y el cumplimiento de los servicios programados por operaciones; concluyendo que con la aplicación de la mejora del plan de mantenimiento preventivo se obtuvo hasta mayo del 2018 una disponibilidad promedio de 92%, teniendo su pico máximo en mayo con una disponibilidad de 94% y la implementación de indicadores de mantenimiento como la disponibilidad; el tiempo promedio entre fallas (MTBF), reduciendo; el costo de los mantenimientos correctivos y el promedio de mantenimientos preventivos a 24.14%. (Espinoza Tejada, 2018)

En el análisis modos de falla – AMFE por sistemas de las unidades vehiculares la sistematización de datos del nivel de prioridad de riesgo – NPR de 12 sistemas:

Se encuentran en el “Nivel bajo” 02 sistemas: el sistema de neumáticos y sistema eléctrico, en el “Nivel moderado” 08 sistemas, siguiendo un orden descendente son sistema de enfriamiento, sistema de admisión y escape, sistema de suspensión, sistema eléctrico y carrocería, sistema de lubricación, sistema de frenos, sistema de motor y sistema de transmisión; por último, se encuentran en un “Nivel alto” 02 sistemas los cuales son sistema de combustible y sistema de dirección.

El análisis de las frecuencias de modo de falla se basa en el nivel prioritario de atención de los modos de falla; teniendo 43 subsistemas se obtuvo: 21 subsistemas se encuentran en una frecuencia alta y 19 subsistemas en frecuencia moderada alta, 02 subsistemas en frecuencia baja y 01 subsistema en frecuencia muy alta.

Luego de proponer la aplicación de controles operativos adicionales en la matriz de análisis de modo de falla - AMFE se obtuvo un nivel de prioridad de riesgo residual a 05 sistemas en nivel bajo, 06 sistemas en nivel moderado y un sistema en nivel alto.

La estructuración del plan de mantenimiento de las unidades vehiculares parte de la base del plan de mantenimiento de la empresa, pero adaptado a los 12 sistemas que estructuran las unidades vehiculares describiendo la periodicidad de mantenimientos llegando a 3920 órdenes en el año 2020; calculado en base a las 10 unidades objeto del estudio, distribuidas de acuerdo a horas máquina trabajadas que en su totalidad de cumplimiento se alcanzaría el 100% de eficacia.

El cumplimiento del presupuesto programado de las unidades vehiculares se basa principalmente en cubrir los modos de falla históricos que posee la empresa; por lo que el presupuesto planeado cubre en la totalidad mantenimientos preventivos/correctivos y no necesariamente se gastará el 100%. Por lo anterior el

presupuesto gastado se analiza en base a las órdenes de trabajo sistematizadas y como fluctuar en los meses del año 2020 dicho gasto evidenciándose un porcentaje mínimo de cumplimiento de 84.17% en el sistema de neumáticos y un porcentaje máximo de 97.5% en el sistema de combustible. Mientras que e los 10 sistemas restantes la fluctuación de cumplimiento se encuentra entre 87.08% y 96.39%. Teniendo como cumplimiento 3633 órdenes de trabajo lo que equivale al 92.68 %.

Los problemas crónicos identificados que son generadores posibles de los modos de falla en los sistemas de las unidades vehiculares de donde el 44% del mantenimiento de los sistemas vehiculares de la flota identifica como problema crónico la ausencia de supervisión de conformidad del servicio de mantenimiento en el taller de la empresa y mantenimiento externo en proveedores del servicio seleccionado. El 24% identifica como problema crónico la inadecuada infraestructura del área del taller de mantenimiento de la empresa en donde se realiza el mantenimiento de la flota vehicular; siendo los sistemas de admisión y escape; y dirección en donde se presenta con mayor incidencia. El 16% identifica como problema crónico el cumplimiento parcial del plan de mantenimiento anual de la flota vehicular de la empresa; siendo el sistema de enfriamiento en donde se presenta con mayor incidencia. Y el 16% de los identifica como problema crónico el incumplimiento del check list diario de conformidad al momento de terminar el mantenimiento de las unidades vehiculares; siendo el los sistemas de neumáticos, eléctrico y carrocería en donde se presenta con mayor incidencia.

El análisis de causa raíz de los problemas crónicos identificados arrojan como causas básicas a infraestructura, error humano, mano de obra, fallas de

mantenimiento y planificación. De donde el 68.00% de los problemas crónicos identificados en los sistemas que estructuran las unidades vehiculares se sitúan en la ausencia de supervisión de conformidad de órdenes de trabajo OT's y la inadecuada infraestructura del área de mantenimiento de la empresa mientras que el 32% de los problemas crónicos identificados se sitúan en cumplimiento parcial del plan de mantenimiento programado y el incumplimiento de conformidad para el llenado de check list de mantenimiento.

La ocurrencia de los problemas crónicos observándose como problema predominante en 06 meses (febrero, marzo, abril, junio, septiembre y octubre) a la ausencia de supervisión de conformidad del servicio de mantenimiento. El problema predominante en 03 meses (julio, noviembre, diciembre) es el incumplimiento de check list diario; en dos meses (mayo, agosto) el problema predominante fue la inadecuada infraestructura del área de mantenimiento y por último en 01 mes (enero) fue el incumplimiento parcial del plan de mantenimiento.

El análisis del desempeño operativo de la empresa se realizó teniendo en consideración la apreciación del jefe del área de mantenimiento de la empresa identificando la demanda del servicio en el año 2020 de los 22 clientes y sus solicitudes de cupos de asiento lo cual ascendía a 198 cupones/día. Teniendo en consideración la coyuntura de la pandemia del Covid-19 se acordó como ítem contractual utilizar solo la mitad de disponibilidad de cada unidad vehicular, por lo que se utilizó un promedio de 30 asientos por unidad y para cubrir la demanda identificada se tendría que asegurar 6 unidades vehiculares activas y 4 unidades de reserva en caso de emergencia. La satisfacción del jefe de área de mantenimiento

estuvo en coherencia con la jerarquía de los problemas crónicos identificados teniendo que el 58% de las respuestas fluctúan entre satisfecho y muy satisfecho, el 33% en indiferente y el 8% en desacuerdo.

El análisis de capacidad de los activos se basó en el índice de operacionabilidad de donde la suma de capacidad de los activos (10 unidades vehiculares) al mes es de 250 días máquina alcanzando un total de 3000 días máquina. Se alcanza el mínimo de operatividad en enero de 80% y diciembre de 79.20%; siendo los meses de mayo y junio en donde se alcanzan la mayor operacionabilidad de los vehículos de 86.40% y 87.60% respectivamente.

El análisis de costos de mantenimiento describe la totalidad de mantenimientos preventivos y correctivos programados como estándar por unidad vehicular al año; por lo cual el costo anual*unidad vehicular es igual a la suma de costos de insumos necesarios y mano de obra por lo que equivale a S/.58,944.01; trasladando este dato a las 10 unidades vehiculares se alcanza un monto de S/.707,328.12 sería el costo anual de mantenimiento programado. De allí el cumplimiento de la totalidad del presupuesto es variable mensualmente atendiendo a los mantenimientos programados que en su totalidad es una combinación de rubros, pero no el total. De lo anterior la ejecución del presupuesto programado fue el aumento sostenido de gasto cada tres meses en el primer semestre del año de S/.189,352.05 a S/.208,728.02 en el primer trimestre; S/. 175,674.06 a S/. 242,686.05 en el segundo trimestre. En el segundo semestre se observa un comportamiento mensual de aumento y disminución de gasto posiblemente este comportamiento se deba a la varianza de la demanda en estos meses.

4.2. Conclusiones

Con una probabilidad de error de 0.019 y/o 1.19%; el mantenimiento centrado en la confiabilidad se correlaciona significativamente en la productividad organizacional de la empresa de transportes San Francisco S.R.L. Existiendo una correlación positiva moderada de $R= 0.598= 59.8\%$. Donde $R^2= 0.3571$.

Con una probabilidad de error de 0.005 y/o 0.5%; el análisis de modo de falla (AMFE) en los niveles de prioridad de riesgo, se correlaciona significativamente en el cumplimiento del mantenimiento de la empresa de transportes San Francisco S.R.L. Existiendo una correlación positiva alta de $R= 0.750= 75.0\%$. Donde $R^2= 0.5632$.

Con una probabilidad de error de 0.040 y/o 4.0%; la realización de causas-raíz, se correlaciona significativamente en el desempeño operativo de las unidades vehiculares de la empresa de transportes San Francisco S.R.L. Existiendo correlación negativa moderada de $R= -0.599 = 59.9\%$. Donde $R^2= 0.3585$.

Con una probabilidad de error de 0.010 y/o 1.0%; la realización la capacidad de los activos, se correlaciona significativamente en el mantenimiento ejecutado de las unidades vehiculares de la empresa de transportes San Francisco S.R.L. Existiendo correlación positiva alta de $R= 0.705 = 70.5\%$. Donde $R^2= 0.4975$.

REFERENCIAS

- Bloom, N. (2005). *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)*. New York, EEUU: MH maintenance. Recuperado el 25 de Mayo de 2021, de [https://predictiva21.com/mantenimiento-centrado-confiabilidad-rcm-
implementacion-simplificada/](https://predictiva21.com/mantenimiento-centrado-confiabilidad-rcm-implementacion-simplificada/)
- Colomé, D. (2018). *Metodología de investigación para cursos de posgrado en ingeniería*. Recuperado el 06 de Junio de 2021, de [file:///C:/Users/pc/Downloads/MANUALINVESTIGACIONPARAEDITORASibn%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/pc/Downloads/MANUALINVESTIGACIONPARAEDITORASibn%20(2).pdf)
- Daluz, M. (8 de Febrero de 2010). Mantenimiento preventivo, pieza clave en la productividad. *Interempresas*, I(7), 4. Recuperado el 05 de Julio de 2021, de <https://www.interempresas.net/Mantenimiento/Articulos/>
- Espinoza Tejada, M. (2018). *Mejora del plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de los buses de la empresa de transportes Allin Group Javier Prado S.A. Concesionaria de los Corredores Complementarios de la Municipalidad de Lima*. Recuperado el 27 de Mayo de 2021, de [file:///C:/Users/pc/Documents/2020%20II/Tesis%20Iv%20C3%A1n_UAP/Tesis%20Freddy%20y%20Omar/Bibliograf%20C3%ADa/Referencias/Marco%20Espinoza_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional_Titulo%20Profesional_2018.p
df](file:///C:/Users/pc/Documents/2020%20II/Tesis%20Iv%20C3%A1n_UAP/Tesis%20Freddy%20y%20Omar/Bibliograf%20C3%ADa/Referencias/Marco%20Espinoza_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional_Titulo%20Profesional_2018.pdf)
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Recuperado el 2016 de Abril de 2021, de [https://www.uca.ac.cr/wp-
content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf](https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf)
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Recuperado el 06 de Abril de 2021, de [https://www.uca.ac.cr/wp-
content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf](https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf)

- INSHT. (Marzo de 2004). *NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE*. Recuperado el 12 de JUNIO de 2021, de https://www.cso.go.cr/legislacion/notas_tecnicas_preventivas_insht/NTP%20679%20-%20Analisis%20modal%20de%20fallos%20y%20efectos.%20AMFE.pdf
- Lerma, H. (2009). *Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto*. Recuperado el 07 de Mayo de 2021, de <https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2016/04/Metodolog%C3%ADa-de-la-investigaci%C3%B3n-propuesta-anteproyecto-y-proyecto.pdf>
- Mancuzo, G. (31 de Octubre de 2020). Producción y Mantenimiento: ¿Cómo se Relacionan? *Comparasofware, II(10), 6*. Obtenido de <https://blog.comparasoftware.com/produccion-y-mantenimiento/>
- Moubray, J. (2004). *Mantenimiento centrado en la confiabilidad*. Madrid, España. Recuperado el 27 de Mayo de 2021, de https://www.academia.edu/9478461/MANTENIMIENTO_CENTRADO_EN_LA_CONFIABILIDAD_CONTENIDOS
- MOVERTIS. (2020). *Gestor de flotas: los 10 mejores indicadores*. Recuperado el 03 de Agosto de 2021, de <https://www.movertis.com/blog/10-mejores-indicadores-para-el-gestor-de-flotas/>
- UNE-ISO/IEC 9126-1. (2004). *Ingeniería del software. Calidad del producto software. Parte 1: Modelo de calidad*. Recuperado el 19 de Agosto de 2021, de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0032555>
- Vesga Ferreira, S. (2019). *Diseño de la estrategia de mantenimiento centrado en confiabilidad para la flota de camiones cisterna de la empresa hidrotanques*. Recuperado el 02 de Mayo de 2021, de file:///C:/Users/pc/Documents/2020%20II/Tesis%20Iv%C3%A1n_UAP/Tesis%20Freddy%20y%20Omar/Bibliograf%C3%ADa/Referencias/Internacionales/39265.pdf

ANEXO 1: Matriz de consistencia

TÍTULO DE LA TESIS:		Correlación del mantenimiento centrado en la confiabilidad en la productividad organizacional de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.; 2020			
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN		Desarrollo sostenible y Gestión empresarial: Gestión de MYPE y PYME			
AUTOR(ES):		Arturo Alexander Alva Cabrera; Freddy Omar Alva Cabrera			
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general			
¿Cómo se correlaciona el mantenimiento centrado en la confiabilidad en la productividad organizacional de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.?	Determinar la correlación del mantenimiento centrado en la confiabilidad en la productividad organizacional de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.	El mantenimiento centrado en la confiabilidad se correlaciona significativamente en la productividad organizacional de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.	Mantenimiento centrado en la confiabilidad Productividad organizacional	Análisis de modos de falla (AMFE) Análisis de causa-raíz (Diagrama de Ishikawa) Capacidad del activo Gestión del mantenimiento Costos mantenimiento Desempeño operativo	Enfoque: Mixto Alcance: Descriptivo - correlacional Tipo: Básica Diseño: No experimental – transversal Población: Flota de buses de la empresa de transportes San Francisco S.R.L Unidad de análisis: 10 buses
Problemas Espec.	Objetivos Espec.	Hipótesis Espec.	Dimensiones	Indicadores	Medios de Certificación
¿Cómo se correlaciona el análisis de modo de falla (AMFE) en la gestión del mantenimiento de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.?	Establecer la correlación del análisis de modo de falla (AMFE) en la gestión del mantenimiento de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.	El análisis de modo de falla (AMFE), se correlaciona significativamente en la gestión del mantenimiento de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.	Análisis de modo de falla (AMFE) Gestión del mantenimiento	Nivel de prioridad de riesgo (NPR) NPR bajo [0 - 250], NPR moderado [251-500] NPR alto [501 – 750], NPR muy alto [751-1000] MP =(MR x 100) MP	Técnicas: Encuesta Revisión documentaria Instrumento: Cuestionario Matrices de desempeño organizacional
¿Cómo se correlaciona la realización del análisis de causa-raíz en el	Relacionar la correlación de la realización de análisis de causa-raíz en el desempeño	El análisis de causa raíz, se correlaciona significativamente en el desempeño operativo de la empresa de	Análisis de causa raíz	% causa-raíz/mes (Frecuencia absoluta) Mantto. Eficiente [1 -3] Mantto. Deficiente [5 - 9]	

Determinación de la correlación del mantenimiento centrado en la confiabilidad en la productividad organizacional de la empresa de transportes San Francisco S.R.L, 2020

desempeño operativo de la empresa de transportes San Francisco S.R.L?	operativo de la empresa de transporte San Francisco S.R.L.	transportes San Francisco S.R.L.	Desempeño operativo	Satisfacción del cliente/mes 1= Totalmente insatisfecho, 2= Insatisfecho,3= Indiferente, 4= Satisfecho,5= Totalmente satisfecho
¿Cómo se correlaciona el nivel de capacidad del activo en los costos de mantenimiento de la empresa de transportes San Francisco S.R.L?	Determinar la correlación de la capacidad de los activos en los costos de mantenimiento de la empresa de transportes San Francisco S.R.L	La capacidad de los activos de la empresa , se correlaciona significativamente en los costos de mantenimiento de la empresa de transportes San Francisco S.R.L.	Capacidad del activo	Nivel de operación Capacidad total [90%-100%] Capacidad deficiente [25% - 89%]
			Costos de mantenimiento	Gasto presupuesto mensual (S/.)

ANEXO 2: Matriz Operacionalización de la variable “Mantenimiento centrado en la confiabilidad”

Variable: Mantenimiento centrado en la confiabilidad - CRM		
Definición conceptual: Proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual. (Moubray, 2000. Pág.7)		
Instrumento: Cuestionario		Técnica: Encuesta
Dimensiones	Indicadores (Definición Operacional)	Ítems del instrumento
<p>D1. Análisis de modo de falla (AMFE)</p> <p>Identificación de hechos que de manera razonablemente posible puedan causar estados de falla en un activo. Incluyen aquellos que han ocurrido iguales o similares operando en el mismo contexto. (Moubray, 2000. Pág. 9)</p>	<p><u>Nivel de prioridad de riesgo (NPR):</u></p> <p>Según (HOR DAGO, 2015) Es el producto de la probabilidad de ocurrencia, la gravedad, y la probabilidad de no detección, y debe ser calculado para todas las causas de fallo. https://cupdf.com/document/amef-analisis-modal-de-fallas-yefectos.html</p>	<ol style="list-style-type: none"> ¿Se analiza el contexto operacional de funcionamiento de las unidades vehiculares en los diferentes contratos firmados con sus clientes? En la organización ¿realiza el análisis de modo de falla (AMFE) de las unidades vehiculares que conforman su flota de buses? Los niveles de causalidad de los modos de falla se encuentran descritos y monitoreados con indicadores de desempeño operacional? Los impactos de consecuencia de las fallas en la flota de buses ¿se correlaciona en garantizar la continuidad de contratos de transporte? Los errores humanos y de diseño ¿son incluidos en la lista de modos de falla de la organización?
<p>D2. Análisis causa raíz (Diagrama de Ishikawa)</p> <p>Herramienta para el análisis de los problemas que básicamente representa la relación entre un efecto (problema) y todas las posibles causas que lo ocasionan. (https://www.progressalea.com/diagrama-causa-efecto-diagrama-</p>	<p><u>Eficiencia de análisis causa raíz:</u></p> <p>Comparación referencial, revisando cómo resuelven problemas otras empresas y que recomiendan los autores reconocidos en este tema, (Okes, 2009), a fin de mejorar tanto el enfoque como el proceso que la organización ha definido para la solución del problema. https://www.escuelaeuropeaexce</p>	<ol style="list-style-type: none"> ¿Se realiza el análisis causa-raíz sobre la identificación de causas básicas que generan las fallas funcionales de las unidades de la flota de buses? ¿El proceso de análisis de causa- raíz realizada en su organización se cumple de manera objetiva e imparcial? Dentro de la estructura metodológica de análisis causa-raíz ¿tiene considerado como factor de causa a los conductores de los vehículos?

ANEXO 3: Matriz de operacionalización de la variable “Productividad organizacional”

Variable: Productividad organizacional		
Definición conceptual: Es la relación entre la cantidad de productos obtenidos por un sistema productivo y los recursos como tiempo, esfuerzo, materiales y costos, utilizados para obtener dicha producción. (UNE-ISO/IEC 9126-1:2004)		
Instrumento: Cuestionario		Técnica: Encuesta
Dimensiones (depende de la naturaleza de la variable)	Indicadores (Definición Operacional)	Ítems del instrumento
<p>D1. Gestión del mantenimiento</p> <p>Mejoramiento continuo de sistemas productivos de bienes y servicios. Una de las formas de contribuir a dicho mejoramiento es asegurando la disponibilidad y confiabilidad de las operaciones mediante un óptimo mantenimiento. (https://www.ingenieriaindustriallonline.com/gestion-de-mantenimiento/que-es-la-gestion-del-mantenimiento/, 2019)</p>	<p>$GM=(MR \times 100)$ mes MP:</p> <p>Según (INFRASPEAK, 2021) Indicador que mide el porcentaje de cumplimiento del mantenimiento planificado (ya sean de mantenimiento, reparación o sustitución) con los activos definidos. https://blog.infraspeak.com/es/indicadores-de-mantenimiento/</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Están definidas, registradas y disponibles las condiciones en las que se prevé que funcionará un activo físico vehicular en contratos específicos? 2. La flota de buses de la organización ¿Cumplen eficazmente con la función por la cual se le designa? 3. ¿Se cumple con la gestión del mantenimiento preventivo planificado de las unidades de la flota de buses? 4. Es práctica habitual contractual con sus clientes la continuidad de sus contratos de transporte? 5. ¿Se cumple con un programa de entrenamiento mensual del recurso humano referente a manejo y transporte en vehículos?
<p>D2. Costos de mantenimiento</p> <p>Valoración contable de las erogaciones que se generan por la gestión y ejecución del mantenimiento sobre un activo físico tales como mano de obra (propia o contratada), materiales y herramientas utilizados (ACIEM, 2018)</p>	<p>$CM= (CR \times 100)$mes CP:</p> <p>Según (Salismey, 2020) Este KPI considera cuánto está gastando la empresa en mantenimiento mensual en relación a los modos de falla identificados. https://blog.comparasoftware.com/kpi-de-mantenimiento/</p>	<ol style="list-style-type: none"> 6. ¿Existe aumento de costos en el mantenimiento mensual de las unidades de la flota de buses? 7. ¿Se presupuesta el mantenimiento preventivo-correctivo de acuerdo al nivel de prioridad de riesgo NPR identificado en la flota de buses? 8. En su organización ¿existe direccionamiento de flujo de caja para la atención de emergencia por mal funcionamiento de sus vehículos? 9. Su organización ¿asegura que los permisos y evaluaciones de reconocimiento de sus conductores estén certificados

10. El consumo de combustible ¿es constante a lo largo de cubrir la ruta preestablecida mensualmente?

D3. Desempeño operativo

Resultado medible. El desempeño se puede relacionar con la gestión de actividades, procesos, productos, servicios, sistemas u organizaciones. (ISO 9000, 2015)

Satisfacción del cliente/mes:

Según (ISO 9000, 2015) Es la percepción del cliente sobre el grado en que se han cumplido sus expectativas.

11. Al no atender las fallas de las unidades vehiculares; el activo ¿tiene un nivel de desempeño menor al deseado?
12. ¿Se analizan y sistematizan acciones de mejora de acuerdo al nivel de satisfacción de sus clientes?
13. Su organización ¿cuenta con recurso humano calificado para realizar el mantenimiento preventivo-correctivo de su flota de buses?
14. ¿Se presenta retrasos en el cumplimiento de órdenes de trabajo – OT en el mantenimiento de las unidades de la flota de buses?
15. ¿Se cuenta con proveedores especialistas en mantenimiento preventivo-correctivo de vehículos?

ANEXO 4: Instrumento de recopilación de datos, variable “Mantenimiento centrado en la confiabilidad”

Nombre del Instrumento:		Cuestionario						
Autor del Instrumento:		Arturo Alexander Alva Cabrera; Freddy Omar Alva Cabrera						
Definición Conceptual:		El mantenimiento centrado en la confiabilidad es el proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual. (Moubray, 2000. Pág.7).						
Población:		- Flota de buses de la Empresa de transportes San Francisco S.R.L.						
Variable	Dimensión	Indicador	Preguntas	Escala de Likert				
				1	2	3	4	5
Mantenimiento centrado en la confiabilidad	D1. Análisis de modos de falla (AMFE)	II. Nivel de prioridad de riesgo (NPR)	1. ¿Se analiza el contexto operacional de funcionamiento de las unidades vehiculares en los diferentes contratos firmados con sus clientes?					
			2. En la organización ¿realiza el análisis de modo de falla (AMFE) de las unidades vehiculares que conforman su flota de buses?					
			3. Los niveles de causalidad de los modos de falla se encuentran descritos y monitoreados con indicadores de desempeño operacional?					
			4. Los impactos de consecuencia de las fallas en la flota de buses ¿se correlaciona en garantizar la continuidad de contratos de transporte?					
			5. Los errores humanos y de diseño ¿son incluidos en la lista de modos de falla de la organización?					
	D2. Análisis de causa-raíz (Diagrama de Ishikawa)	II. Eficiencia análisis causa-raíz	6. ¿Se realiza el análisis causa-raíz sobre la identificación de causas básicas que generan las fallas funcionales de las unidades de la flota de buses?					
			7. ¿El proceso de análisis de causa-raíz realizada en su organización se cumple de manera objetiva e imparcial?					
			8. Dentro de la estructura metodológica de análisis causa-raíz ¿tiene considerado como factor de causa a los conductores de los vehículos?					
			9. Su organización ¿posee un sistema de alertas tempranas sobre el					

transporte. Cumplimiento de Ordenes de Trabajo - OT para el mantenimiento?

			10. Al presentar retrasos en el mantenimiento de la flota de buses ¿se modifican los procesos centrales y los problemas del sistema de forma que se eviten problemas futuros?							
D3. Capacidad del activo	I1. Nivel de operación		11. ¿Se identifica mensualmente las fallas funcionales más recientes de las unidades de la flota de buses de la empresa?							
			12. La flota de buses de la organización ¿Cumplen eficazmente con la función por la cual se le designa?							
			13. ¿En el almacén de su organización se posee un stock de repuestos de acuerdo a la frecuencia de mal funcionamiento de los vehículos?							
			14. Los conductores ¿comprenden las funciones de los activos y el nivel de rendimiento deseado para determinar las fallas de las unidades vehiculares a su cargo?							
			15. Las unidades vehiculares ¿cubren kilómetros demás al momento de cubrir la ruta establecida que le es asignada?							

ANEXO 5: Instrumento de recopilación de datos, variable “Productividad organizacional”

Nombre del Instrumento:		Cuestionario						
Autor del Instrumento:		Arturo Alexander Alva Cabrera; Freddy Omar Alva Cabrera						
Definición Conceptual:		La productividad organizacional es la relación entre la cantidad de productos obtenidos por un sistema productivo y los recursos como tiempo, esfuerzo, materiales y costos, utilizados para obtener dicha producción. (UNE-ISO/IEC 9126-1:2004).						
Población:		- Flota de buses de la Empresa de transportes San Francisco S.R.L.						
Variable	Dimensión	Indicador	Preguntas	Escala de Likert				
				1	2	3	4	5
Productividad organizacional	D1. Gestión del mantenimiento	II. $GM = (MR \times 100) / MP$	1. ¿Están definidas, registradas y disponibles las condiciones en las que se prevé que funcionará un activo físico vehicular en contratos específicos?					
			2. La flota de buses de la organización ¿Cumplen eficazmente con la función por la cual se le designa?					
			3. ¿Se cumple con la gestión del mantenimiento preventivo planificado de las unidades de la flota de buses?					
			4. Es práctica habitual contractual con sus clientes la continuidad de sus contratos de transporte?					
			5. ¿Se cumple con un programa de entrenamiento mensual del recurso humano referente a manejo y transporte en vehículos?					
	D2. Costos de mantenimiento	II. $CM = (CR \times 100) / CP$	6. ¿Existe aumento de costos en el mantenimiento mensual de las unidades de la flota de buses?					
			7. ¿Se presupuesta el mantenimiento preventivo-correctivo de acuerdo al nivel de prioridad de riesgo NPR identificado en la flota de buses?					
			8. En su organización ¿existe direccionamiento de flujo de caja para la atención de emergencia por mal funcionamiento de sus vehículos?					
			9. Su organización ¿asegura que los permisos y evaluaciones de reconocimiento de sus conductores estén certificados por empresas legítimas?					
			10. El consumo de combustible es constante a lo largo de cubrir la ruta preestablecida mensualmente?					

transportes en la ciudad de Barrancabermeja, 2006

D3. Desempeño operativo	II. Satisfacción del cliente/mes	11. Al contar con las fallas de las unidades vehiculares; el activo ¿tiene un nivel de desempeño menor al deseado?					
		12. ¿Se analizan y sistematizan acciones de mejora de acuerdo al nivel de satisfacción de sus clientes?					
		13. Su organización ¿cuenta con recurso humano calificado para realizar el mantenimiento preventivo-correctivo de su flota de buses?					
		14. ¿Se presenta retrasos en el cumplimiento de órdenes de trabajo – OT en el mantenimiento de las unidades de la flota de buses?					
		15. ¿Se cuenta con proveedores especialistas en mantenimiento preventivo-correctivo de vehículos?					

ANEXO 6: Valoración de expertos variable “Mantenimiento centrado en la confiabilidad”

N e	PREGUNTA Evaluación	PUNTUACIÓN EXPERTOS							SUMA puntuacione s	PROMEDIO puntuacione s	PROMEDIO ² global	VALIDACIÓ N pregunta (SÍ/NO)
		1 1	2 1	3 1	4 1	5 1	6 1	7 1				
1	Adecuación	5	4	6					15	5.0	5.35	SI
	Pertinencia	5	6	6					17	5.7		
2	Adecuación	5	5	4					14	4.6	4.95	SI
	Pertinencia	5	6	5					16	5.3		
3	Adecuación	4	6	5					15	5.0	5.50	SI
	Pertinencia	6	6	6					18	6.0		
4	Adecuación	6	5	6					17	5.7	5.50	SI
	Pertinencia	5	6	5					16	5.3		
5	Adecuación	6	5	5					16	5.3	5.15	SI
	Pertinencia	5	4	6					15	5.0		
6	Adecuación	5	6	6					17	5.7	5.50	SI
	Pertinencia	6	5	5					16	5.3		
7	Adecuación	6	5	6					17	5.7	5.70	SI
	Pertinencia	6	6	5					17	5.7		
8	Adecuación	6	6	6					18	6.0	5.50	SI
	Pertinencia	5	6	4					15	5.0		
9	Adecuación	5	6	5					16	5.3	5.30	SI
	Pertinencia	6	5	5					16	5.3		
10	Adecuación	6	6	5					16	5.3	4.95	SI
	Pertinencia	5	5	4					14	4.6		
11	Adecuación	4	4	6					14	4.6	5.15	SI

	n						
	Pertinencia	5	6	6	17	5.7	
12	Adecuación	5	5	4	14	4.6	4.95
	Pertinencia	6	4	6	16	5.3	SI
13	Adecuación	5	5	5	15	5.0	5.35
	Pertinencia	6	5	6	17	5.7	SI
14	Adecuación	5	6	6	17	5.7	5.35
	Pertinencia	6	5	4	15	5.0	SI
15	Adecuación	5	5	6	16	5.3	5.15
	Pertinencia	4	5	6	15	5.0	SI

1. La puntuación va de 1 a 6 («muy en desacuerdo» a «muy de acuerdo»), se asigna el promedio de adecuación y el promedio de pertinencia de cada pregunta del cuestionario.
2. Si el promedio de puntuaciones de los expertos es 4 o más, tanto en adecuación como en pertinencia, entonces la pregunta se considera validada.

ANEXO 7: Valoración de expertos variable “Productividad organizacional”

Nº	PREGUNTA Evaluación	PUNTUACIÓN EXPERTOS							SUMA puntuaciones	PROMEDIO puntuaciones	PROMEDIO ² global	VALIDACIÓN pregunta (SÍ/NO)
		1 ¹	2 ¹	3 ¹	4 ¹	5 ¹	6 ¹	7 ¹				
1	Adecuación	5	6	5					16	5.3	5.15	SI
	Pertinencia	6	5	4					15	5.0		
2	Adecuación	5	5	5					15	5.0	5.15	SI
	Pertinencia	6	5	5					16	5.3		
3	Adecuación	5	6	6					17	5.7	5.50	SI
	Pertinencia	6	4	6					16	5.3		
4	Adecuación	5	6	5					16	5.3	5.50	SI
	Pertinencia	6	6	5					17	5.7		
5	Adecuación	6	5	5					16	5.3	5.15	SI
	Pertinencia	5	6	4					15	5.0		
6	Adecuación	5	6	5					16	5.3	4.95	SI
	Pertinencia	4	5	5					14	4.6		
7	Adecuación	6	6	5					17	5.7	5.35	SI
	Pertinencia	5	4	6					15	5.0		
8	Adecuación	5	6	6					17	5.7	5.35	SI
	Pertinencia	5	6	4					15	5.0		
9	Adecuación	4	5	6					15	5.0	5.00	SI
	Pertinencia	6	4	5					15	5.0		
10	Adecuación	5	6	6					17	5.7	5.50	SI
	Pertinencia	6	5	5					16	5.3		
11	Adecuación	6	5	6					17	5.7	5.35	SI
	Pertinencia	5	6	4					15	5.0		
12	Adecuación	6	6	6					18	6.0	5.65	SI
	Pertinencia	5	5	6					16	5.3		
13	Adecuación	5	6	5					16	5.3	4.95	SI
	Pertinencia	4	6	6					14	4.6		
14	Adecuación	5	6	5					16	5.3	5.30	SI
	Pertinencia	5	5	6					16	5.3		
15	Adecuación	5	6	5					16	5.3	4.95	SI

1. La puntuación va de 1 a 6 («muy en desacuerdo» a «muy de acuerdo»), se asigna el promedio de adecuación y el promedio de pertinencia de cada pregunta del cuestionario.
2. Si el promedio de puntuaciones de los expertos es 4 o más, tanto en adecuación como en pertinencia, entonces la pregunta se considera validada.

ANEXO 8: Pruebas de normalidad

Hipótesis General

H0= La evaluación de expertos sobre las preguntas estructuradas para las variables de “mantenimiento centrado en la confiabilidad” y “Productividad organizacional” es que se distribuyen normalmente cumpliendo con los criterios de adecuación y pertinencia.

H1= La evaluación de expertos sobre las preguntas estructuradas para las variables de “mantenimiento centrado en la confiabilidad” y “Productividad organizacional” es que no se distribuyen normalmente cumpliendo con los criterios de adecuación y pertinencia.

Tabla 5

Procesamiento de datos en SPSS de las variables “CRM” y “PO”

Resumen de procesamiento de casos						
Casos						
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
CRM	15	100,0%	0	0,0%	15	100,0%
PO	15	100,0%	0	0,0%	15	100,0%

Nota: Elaboración propia con datos del SPSS

Tabla 6

Estadísticos descriptivos de las variables “Mantenimiento centrado en la confiabilidad” y “Productividad organizacional”

		Descriptivos	
		Estadístico	Error estándar
CRM	Media	5,2900	,06020
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	5,1609
		Límite superior	5,4191
	Media recortada al 5%	5,2861	
	Mediana	5,3500	
	Varianza	0,054	
	Desviación estándar	,23315	
	Mínimo	4,95	
	Máximo	5,70	
	Rango	,75	
	Rango intercuartil	,35	
	Asimetría	-,127	,580
	Curtosis	-,894	1,121
PO	Media	5,2533	,05946
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	5,1258
		Límite superior	5,3809
	Media recortada al 5%	5,2481	
	Mediana	5,3000	

Varianza	0,053	
Desviación estándar	,23027	
Mínimo	4,95	
Máximo	5,65	
Rango	,70	
Rango intercuartil	,50	
Asimetría	,047	,580
Curtosis	-1,190	1,121

Fuente: Elaboración propia con datos del SPSS

Tabla 7

Prueba de normalidad de la variable independiente y dependiente

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CRM	0,149	15	0,200*	0,923	15	0,215
PO	0,140	15	0,200*	0,921	15	0,198

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia con datos del SPSS

Resultado: Después de realizar el tratamiento estadístico de los datos de las variables “Mantenimiento centrado en la confiabilidad” y “Productividad organizacional” sus significancias son 0,215 y 0,198 respectivamente por lo que son $> 0,05$ entonces se infiere que se acepta la hipótesis H_0 .

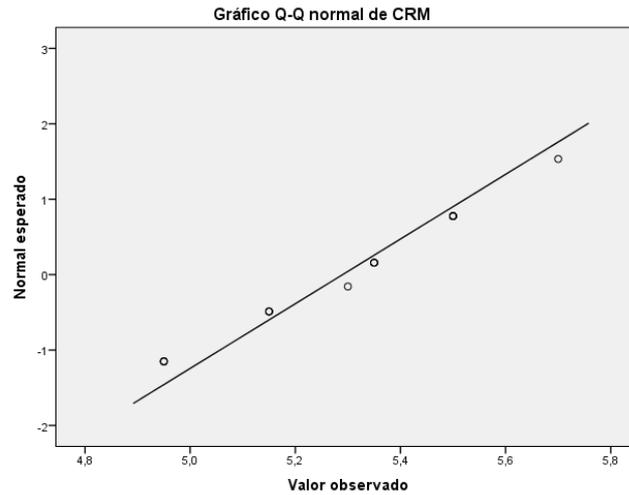


Figura 1.
Gráfico de Normalidad de la variable “Mantenimiento centrado en la confiabilidad”
Fuente: Elaboración con datos del SPSS

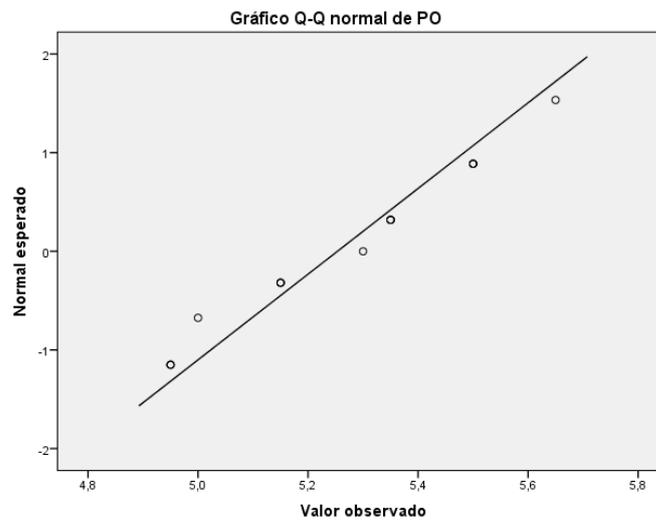


Figura 2.
Gráfico de normalidad de la variable “Productividad organizacional”
Fuente: Elaboración con datos del SPSS

ANEXO 9: Matriz de análisis modal de fallas y efectos

VEHÍCULO:				MARCA:			MODELO:					PLACA:		FECHA:					
SISTEMA	Descripción del componente	Función del componente	Modo de falla	Efecto de falla	Causa de falla	Acciones actuales	SITUACIÓN ACTUAL Fecha:					Acciones recomendadas	Responsable	SITUACIÓN DE MEJORA Fecha:					
							Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR Evaluación	Resultado final			Ocurrencia	Severidad	Detección	NPR Evaluación	Resultado proyectado	
Sistema de enfriamiento																			
Sistema de lubricación																			
.....																			
						PROMEDIO						PROMEDIO							

ANEXO 10: Análisis estadísticos descriptivos

ID	SISTEMAS	Componentes	"NPR" Unidades vehiculares Mes:							Promedio (media aritmética) NPR*componente	Promedio (media aritmética) NPR*sistema	Mediana
			1	2	3	4	5	6	7			
1	Sistema de enfriamiento	Válvula termostática								0	0	0
		Bomba de agua								0		
		Radiador								0		
		Junta de culata								0		
2	Sistema de lubricación	Bomba de aceite								0	0	
		Filtro de aceite								0		
		Válvula de derivación y resorte								0		
3	Sistema de combustible	Filtros de combustible								0	0	
		Bomba de inyección de combustible								0		
		Toberas de inyector								0		
4	Sistema de motor	Culata de motor								0	0	
		Anillos y pistones de motor								0		
		Válvulas de admisión y escape								0		

		Cojinetes de biela y bancada								0		
5	Sistema de admisión y escape	Filtros de aire								0	0	
		Silenciador de escape								0		
		Turbo compresor								0		
6	Sistema de suspensión	Fuelles de suspensión								0	0	
		Amortiguadores de suspensión								0		
		Ballestas de suspensión								0		
		Válvula de nivel								0		
7	Sistema de neumáticos	Neumáticos								0	0	
8	Sistema de dirección	Servodirección								0	0	
		Caja de dirección								0		
		Crucetas de dirección								0		
9	Sistema de frenos	Cilindros neumáticos								0	0	
		Compresor de aire								0		
		Pastillas y zapatas de freno								0		
		Válvula de cuatro vías								0		
		Válvula principal de freno								0		
		Freno de motor								0		
10	Sistema de transmisión	Caja de cambios								0	0	
		Disco de embrague y placa de presión								0		
		Crucetas de cardan								0		

		Piñón y corona del diferencial								0		
		Rodamientos de boca masa								0		
11	Sistema eléctrico	Arrancador								0	0	
		Alternador								0		
		Faros delanteros								0		
12	Sistema eléctrico y carrocería	Sensores de motor								0	0	
		Módulo de motor								0		
		Chasis								0		
		Soportes de cabina								0		
		Promedio NPR*unid.	0	0	0	0	0	0	0			