



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) para incrementar la productividad del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA INDUSTRIAL

AUTORA:

Arias Torres, María Del Rosario (ORCID: 0000-0002-9005-2490)

ASESOR:

Mgrt. Ing. Montoya Cárdenas, Gustavo (ORCID: 0000-0001-7188-119X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

Lima - Perú

2021

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico a Dios quien me da la fortaleza, oportunidad y salud para perseguir mis metas.

A mis padres y hermanas quienes me motivan a seguir avanzando y lograr mis metas en este curso de titulación.

A mis tíos Gladys y Tito quienes me han brindado su apoyo incondicional y consejos durante mi formación.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo en primer lugar me gustaría agradecer a Dios por darme la fortaleza de poder continuar con este curso de titulación.

De igual manera agradecer al Mg. Montoya Cárdenas, Gustavo, por sus enseñanzas y dedicación.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN	xi
1. INTRODUCCION.....	1
1.1. Realidad Problemática	1
1.2 Trabajos Previos.	15
2. MARCO TEÓRICO	21
2.1. Mantenimiento.....	21
2.2. Formulación al Problema	28
2.3. Justificación del estudio	28
2.4. Hipótesis	29
2.5. Objetivo	30
3. MÉTODOLOGIA.....	31
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	31
3.2. Operacionalización de las variables.....	32
3.3. Población, muestra y muestreo	33
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	35
3.5. Validez y Confiabilidad.	35
3.6. Métodos de análisis de datos.	36
3.7. Aspectos éticos.	37
4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	38
4.1. Situación actual.....	38
4.2. Propuesta de mejora	60
4.3. Ejecución de la propuesta.....	63
4.4. Resultados de la implementación	87
4.5. Análisis económico financiero	94
5. RESULTADOS	104
5.1. Análisis descriptivo	104
5.2. Análisis inferencial	108
6. DISCUSIÓN.....	114

7. CONCLUSIONES	117
8. RECOMENDACIONES.....	118
9. REFERENCIAS	1149
10. ANEXOS.....	125

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de urbanización en ciudades 2000-2030	2
Tabla 2. Definición de las causas de la matriz de correlación.	9
Tabla 3. Matriz de Vester para la priorización de problemas.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4. Principales causas de baja productividad en mantenimiento.....	12
Tabla 5. Matriz de evaluación de soluciones.....	14
Tabla 6. Matriz de Operacionalización de variables.	32
Tabla 7. Validez de instrumentos por el juicio de expertos.....	36
Tabla 8. Confiabilidad actual de los buses.	49
Tabla 9. Mantenibilidad actual de buses.	51
Tabla 10. Disponibilidad actual de los buses.	52
Tabla 11. Productividad actual del área de mantenimiento.	53
Tabla 12. Costo actual del mantenimiento preventivo.	54
Tabla 13. Costo actual del mantenimiento correctivo.	55
Tabla 14. Costo de bus parado por hora. (hora maquina).....	56
Tabla 15. Planilla del personal de mantenimiento.	57
Tabla 16. Costo actual de paradas por mes.....	58
Tabla 17. Cronograma de acción para la implementación del RCM.....	62
Tabla 18 Definición de los objetivos RCM.....	63
Tabla 19 Equipos del taller.....	65
Tabla 20. Función de cada equipo del área de mantenimiento.	66
Tabla 21. Sub áreas del área de mantenimiento.....	67
Tabla 22. Fallo funcional y técnico de los equipos.	68
Tabla 23. Fallo funcional y técnico de las sub-áreas.....	69
Tabla 24. Causas de fallas de los equipos.....	70
Tabla 25. Causas de fallas de las sub-áreas.	71
Tabla 26. Criticidad de las causas de fallas de los equipos.....	72
Tabla 27. Criticidad de las causas de fallas las sub-areas.	73

Tabla 28. Medidas preventivas de las fallas de equipos.	74
Tabla 29. Medidas preventivas de las fallas de sub-areas.	75
Tabla 30. Resultados de las medidas preventivas.	86
Tabla 31. La mantenibilidad después de la implementación.	87
Tabla 32. La confiabilidad después de la implementación.	88
Tabla 33. La disponibilidad después de la implementación.	89
Tabla 34. La productividad después de la implementación.	90
Tabla 35. Comparación del antes y después de la implementación.	91
Tabla 36. La productividad antes de la implementación.	92
Tabla 37. La productividad después de la implementación.	92
Tabla 38. Comparación de la productividad antes y después de la implementación.	93
Tabla 39. Inversión de la implementación.	94
Tabla 40. Costo de mantenimiento preventivo según el fabricante.	95
Tabla 41. Costos fijos del área de mantenimiento.	96
Tabla 42. Costo de maquina parada después de la implementación.	97
Tabla 43. Comparación de costos de paradas, antes y después de la implementación. ...	98
Tabla 44. Ingresos de producción de los buses.	99
Tabla 45. Asignación de gastos.	100
Tabla 46. Costo de mantención de la propuesta de mejora.	100
Tabla 47. Depreciación de un Bus.	101
Tabla 48. Flujo de caja del área de mantenimiento.	101
Tabla 49. Índice promedio de COK.	102
Tabla 50. VAN y TIR de la implementación.	103
Tabla 51: Descriptivos de confiabilidad.	104
Tabla 52: Descriptivos de Disponibilidad.	105
Tabla 53: Descriptivos de mantenibilidad.	105
Tabla 54: Descriptivos de Productividad.	106
Tabla 55: Descriptivos de Eficiencia.	107
Tabla 56: Descriptivos de Eficacia.	107
Tabla 57: Análisis de normalidad con Kolmogorov Smirnov.	108
Tabla 58: Descriptivos de Productividad con Wilcoxon.	109
Tabla 59: Prueba estadística de los rangos de Wilcoxon para Productividad.	110
Tabla 60: Descriptivos de Eficiencia con Wilcoxon.	111
Tabla 61: Prueba estadística de los rangos de Wilcoxon para Eficiencia.	111
Tabla 62: Descriptivos de eficacia con Wilcoxon.	112
Tabla 63: Prueba estadística de los rangos de Wilcoxon para Eficacia.	113

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo organizacional de Henry Ford.....	2
Figura 2. Distribución de viajes diarios en Lima y Callao en el año 2012, por medio de transporte. 3	
Figura 3. Diagrama causa-efecto de la productividad en la empresa.	7
Figura 4. Gráfico de la Matriz de Vester.....	11
Figura 5. Diagrama de Pareto.....	13
Figura 6. Categoría del mantenimiento preventivo.....	24
Figura 7. Logo de la Empresa.....	39
Figura 8. Línea de tiempo por financiamiento	41
Figura 9. Organigrama de la empresa	42
Figura 10. Organigrama del área de mantenimiento.	43
Figura 11. Diagrama de flujo del proceso de Mto. Preventivo.	46
Figura 12. Diagrama de flujo del proceso de Mto. Preventivo.	48
Figura 13. Porcentaje actual de la Confiabilidad.	50
Figura 14. Porcentaje actual de la Mantenibilidad.....	51
Figura 15. La Disponibilidad actual de los buses.	52
Figura 16. Porcentaje actual de la productividad del área de mantenimiento.	53
Figura 17. Porcentaje actual de la productividad del área de mantenimiento.	58
Figura 18. Layout del área de mantenimiento.	64
Figura 19. Foto del área de mantenimiento.....	64
Figura 20. Formato de actividades diarias.	76
Figura 21. Formato de mantenimiento preventivo.	77
Figura 22. Formato de mantenimiento correctivo.	78
Figura 23. Formato de registro vehicular.....	79
Figura 24. Programa de mantenimiento preventivo.....	80
Figura 25. Formato de entrada de materiales al almacén.	81
Figura 26. Formato de salidas de materiales del almacén.	81
Figura 27. Formato de stock de materiales del almacén.	82
Figura 28. Formato de orden de compra.....	82
Figura 29. Cronograma de capacitación.	83
Figura 30. Cronograma de la puesta en marcha de las medidas preventivas.	84
Figura 31. Limpieza del taller.	85
Figura 32. Capacitación del personal de mantenimiento.....	85
Figura 33. La mantenibilidad después de la implementación.	87

Figura 34. La confiabilidad después de la implementación.	88
Figura 35. La disponibilidad después de la implementación.....	89
Figura 36. La productividad después de la implementación.	90
Figura 37. Comparación del antes y después de la implementación.....	91
Figura 38. Comparación de la productividad antes y después de la implementación.	93
Figura 39. Costo de maquina parada después de la implementación.	97
Figura 40. Comparación de costos de paradas, antes y después de la implementación..	98

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Planilla de sueldos.....	125
Anexo 2. Plan básico de mantenimiento preventivo.....	126
Anexo 3. Análisis de datos en IBM SPSS V.25.....	127
Anexo 4. Reporte diario de operaciones.....	128
Anexo 5. Formato de historial de trabajos realizados.....	129
Anexo 6. Especificaciones técnicas aceite de motor15W-40.....	130
Anexo 7. Especificaciones técnicas aceite de caja 80W-90.....	132
Anexo 8. Especificaciones técnicas aceite de corona 85W-140.....	134
Anexo 9. Especificaciones técnicas del refrigerante.....	136
Anexo 10. Layout de la empresa después de la implementación.....	138
Anexo 11. Matriz de coherencia.....	139
Anexo 12. Carta de presentación.....	140
Anexo 13. Definición conceptual de las variables.....	141
Anexo 14. Certificado de validación de instrumentos de medición.....	144
Anexo 15. Ficha de turnitin.....	147

RESUMEN

El siguiente proyecto de investigación, “Implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) para incrementar la productividad del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021”. Cuyo objetivo es determinar como la implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la productividad del proceso de mantenimiento de los buses de la Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021.

El tipo de investigación del presente trabajo es aplicada, ya que tiene por propósito la solución de problemas haciendo uso de teorías ya existentes, con diseño cuasi - experimental, ya que identifica y cuantifica las causas y efectos de la manipulación de la variable independiente RCM (mantenimiento centrado en la confiabilidad) y de la variable dependiente productividad, la población conformada para la investigación fueron un total de 1800 órdenes de trabajo, de las cuales se tomaron como muestra 66 órdenes de trabajo 12 semanas antes y después de la implementación de la propuesta, las técnicas de recolección de datos fueron: las observaciones directas, análisis de los órdenes de trabajo, análisis de los informes de producción de los buses, toma de tiempo estándar del mantenimiento preventivo y correctivo, y las hojas de registro vehicular. Para realizar el análisis de datos, se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS V.25, para los cálculos y gráficos Microsoft Excel 2016 y para las tablas y figuras Microsoft Word 2016.

Los resultados obtenidos antes de la implementación del RCM fue de 57% de productividad, luego de la implementación este porcentaje se incrementó a 89%, demostrado la efectividad de la aplicación del RCM con un aumento de 32% en la productividad del proceso de mantenimiento de los buses de la empresa, cabe mencionar también, que, el incremento de la mantenibilidad fue de 55% (antes) a 80% (después), de la confiabilidad 57% (antes) a 89% (después) y de la disponibilidad 65% (antes) a 82% (después).

Palabras clave: Mantenimiento centrado en la confiabilidad, productividad, eficiencia, eficacia, mantenibilidad, confiabilidad y disponibilidad.

ABSTRACT

The following research project, "Implementation of a maintenance plan based on (RCM) to increase the productivity of the maintenance process of the buses of Empress Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021". The objective of which is to determine how the implementation of a maintenance plan based on (RCM) increases the productivity of the maintenance process of the buses of Empress Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021.

The type of research of the present work is applied, since its purpose is to solve problems using existing theories, with a quasi - experimental design, because it identifies and quantifies the causes and effects of the manipulation of the independent variable RCM (maintenance focused on reliability) and the dependent variable productivity, the population formed for the research was a total of 1800 work orders, of which 66 work orders were taken as a sample 12 weeks before and after the implementation of the proposed data collection techniques were: direct observations, analysis of work orders, analysis of bus production reports, standard preventive and corrective maintenance time, and vehicle registration sheets. For data analysis, the statistical package IBM SPSS V.25 was used, for calculations and graphs Microsoft Excel 2016 and for tables and figures Microsoft Word 2016.

The results obtained before the implementation of the RCM was 57% of productivity, after the implementation this percentage increased to 89%, demonstrating the effectiveness of the application of the RCM with a 32% increase in the productivity of the maintenance process of company buses, it is also worth mentioning that the increase in maintainability was from 55% (before) to 80% (after), reliability 57% (before) to 89% (after) and availability 65 % (before) to 82% (after).

Keywords: Maintenance focused on reliability, productivity, efficiency, effectiveness, maintainability, reliability and availability.

1. INTRODUCCION

1.1. Realidad Problemática

En la década de 1930, el mantenimiento comenzó a ganar importancia cuando Henry Ford estableció un espacio de su empresa destinada a los trabajos de reparación de equipos para su método de fabricación.

Con el transcurso del tiempo, se realizó un estudio por parte de los empresarios sobre la importancia del impecable funcionamiento de los equipos y maquinas que forman parte del proceso de producción en cuanto a la imagen, competitividad y utilidades de sus empresas.

Debido a ello, inyectan un porcentaje de sus recursos para optimizar su proceso de producción y mantenimiento reclutando en su gran mayoría personal calificado asignándoles las tareas de organizar y planificar actividades de prevención, programación y diagnóstico de fallas lo cual conlleve a ejecutar de forma idónea el proceso de producción obteniendo mayor éxito en la empresa, mayores utilidades, mejorando su competitividad y evitando paradas inesperadas de producción lo cual es perjudicial para la empresa. (Olarde C., Botero A, 2010, p.2).

Las primeras empresas que existieron estaban formadas por personas que estaban involucradas en cada paso del proceso productivo y a su vez reparando máquinas y equipos en caso de avería. Por motivo que los trabajadores desarrollaron varios oficios, hacer un acabado para lanzarlo al mercado implicó un costo en cuanto al tiempo y dinero. Para ganar aún más, invirtiendo lo menor posible, las organizaciones se vieron forzadas a asignar a sus colaboradores para dedicarse a tareas específicas, estas tareas eran de dos tipos: Operación y reparación de máquinas. (Olarde C., Botero A, 2010, p.3).

En 1930, Henry Ford, quien era empresario automotriz, creó un sistema innovador de organización dentro de su empresa al cual nombró "Producción en cadena". El nuevo sistema, fue implementado y supervisado por medio de la asignación de actividades guiadas y planificadas de acuerdo a la figura 1. (Olarde C., Botero A, 2010, p.3).

Figura 1. Modelo organizacional de Henry Ford



Fuente: Olarte C., Botero A, 2010

A nivel mundial el crecimiento de la población genera un incremento en el parque automotriz puesto que debido al crecimiento de la población se generó mayor demanda de transporte público.

Las empresas han ido variando su perspectiva enfocada al mantenimiento de los activos. “Entendiéndose que el mantenimiento es un proceso que involucra una gestión integral que debe iniciar desde la idea de la compra de un activo y su selección” (Pistarelli, 2010, p. 15).

“Los países latinoamericanos están atravesando un acelerado incremento de su población con mucha similitud a los países desarrollados, según (O'Meara Sheehan, 2001), el 75% de la población de Latinoamérica vive en la ciudad urbanizada, esto implica una semejanza al continente europeo ó América del Norte como se puede observar en la Tabla 1.

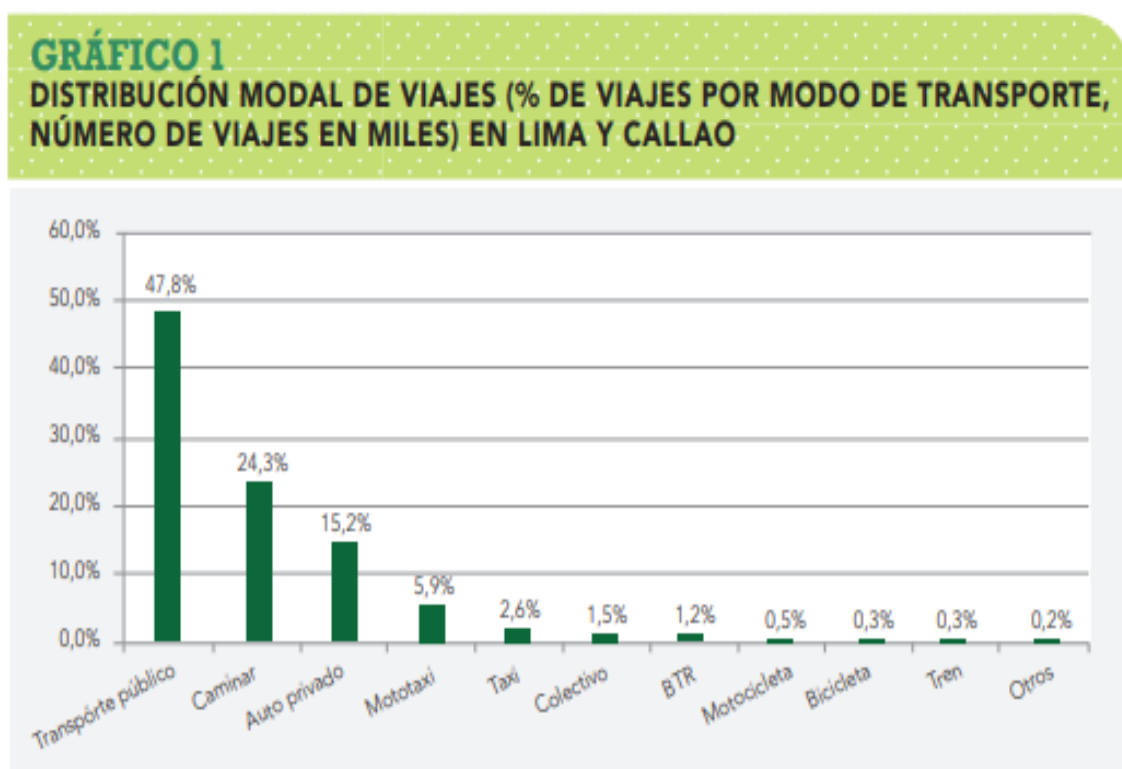
Tabla 1. Porcentaje de urbanización en ciudades, 2000-2030

Región	Año 2000		Año 2030	
	Millones	%	Millones	%
Asia	3.683	37	4877	53
Africa	784	38	1406	55
Europa	729	75	691	83
América Latina	519	75	726	83
América del Norte	310	77	372	84

Fuente: (O'Meara Sheehan, 2001)

En total en Lima y Callao diariamente se efectúan más de 22,3 millones de servicios en algún medio de transporte, de los cuales en vehículos motorizados se hacen 16,9 millones. El motivo principal de estos traslados es el retorno a casa siendo este (47,3%), viajes privados (19,5%) ir a estudiar o al centro de trabajo (14,00 % y 16,70%, respectivamente). Es importante saber que, en los casos de Lima y Callao, el orden de traslados diarios demuestra que el transporte público (buses tradicionales, Metropolitano, Metro de Lima y colectivos), corresponde a los de mayor porcentaje representando (51%), posterior a ello se encuentra el traslado a pie (24%), seguido de los viajes privados (auto particular y taxi) siendo un 18%. El resto de los traslados se efectúa en diferentes medios demostrado en la figura 2. (Alegre M., 2016, p.7)

Figura 1. Distribución de viajes diarios en Lima y Callao en el año 2012, por medio de transporte.



Fuente: (Mariana Alegre, 2016)

Se logra apreciar en la figura 2, que la mayor parte de los habitantes de Lima y Callao hacen uso del transporte público, demostrando ser un medio accesible y muy necesario; es por ello que las empresas de transporte público se ven en la

obligación de cubrir la demanda del mercado, brindar un servicio seguro, de calidad y confiable.

Para tal fin, las organizaciones deben establecer notable importancia al mantenimiento de los vehículos de transporte público, regirse por un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la vida útil de una maquinaria o repuesto, ya que, mediante las buenas prácticas del mantenimiento, se incrementará la productividad y con ello la conformidad del cliente.

La empresa Buena Estrella S.A.C, es una empresa de transporte publico la cual tiene una flota de 95 buses de marca Yutong, motor Yuchai, que brinda servicio en la ruta 1607 Ancón – La Victoria.

En el último año 2020, el área de mantenimiento ha presentado deficiencias de los vehículos debido a que constantemente surgen reportes por fallas mecánicas, generando que el rendimiento y por ende la producción disminuyan ya que al presentarse alguna falla mecánica sea en ruta o detectada antes de la operación genera suspensión o abandono del servicio, dejando de generar ingresos e incluso genera gastos por auxilios en ruta y/o remolque al taller, siendo así necesaria la reparación del bus lo cual requiere una inversión.

El presente año 2021 en comparación con el año 2019 y 2020 es un año de retos ya que se proyecta a un aumento de productividad; dado el presente objetivo, se estima invertir más recursos asociados a mano de obra, compra de repuestos e inversión en mantenimientos preventivos de las unidades.

En la actualidad, el área de mantenimiento presenta constantes deficiencias por falta de programación de mantenimiento, poco seguimiento, poco personal, ausencia de capacitaciones; en el área, solo se realizan mantenimientos correctivos generando así baja productividad, bajo prestigio a la empresa y falta de competitividad.

Para los antecedentes antes mencionados, se propone implementar y poner en práctica un programa de mantenimiento preventivo basado en RCM (Mantenimiento centrado en la confiabilidad), siendo necesario el compromiso desde la alta dirección y los niveles de jefatura de la organización brindando el apoyo y las facilidades necesarias para el cambio.

Se procede a identificar los problemas principales del área de mantenimiento, así como sus diferentes causas a través del diagrama causa – Efecto.

Síntomas

- Incremento de buses en taller por correctivos
- Incremento de buses varados en ruta
- Baja productividad de mantenimiento
- Incremento problemas logísticos
- Baja disponibilidad de flota

Pronóstico

Implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) para incrementar la productividad del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021

No implementar ello, nos conlleva a:

- Incremento de índice de inoperatividad
- Baja productividad del área de mantenimiento
- Baja aceptación de los clientes
- Incomodidad de los conductores

Causas

Mano de Obra

- Horario de mecánicos. - Un solo turno de trabajo
- Falta de capacitación del personal. - Poco interés de los encargados
- Exceso de trabajo. - Poco personal técnico

Métodos

- Información insuficiente. - Ordenes de trabajo inadecuadas
- No existe manual de procedimientos. - No se ha implementado
- No hay planificación de mantenimiento. - No se ha implementado

Materiales

- Demora en compra de repuestos. - No se encuentran en mercado nacional
- Poca duración de repuestos. - No se usan repuestos originales
- Falta de repuestos. - Deficiente gestión de compras

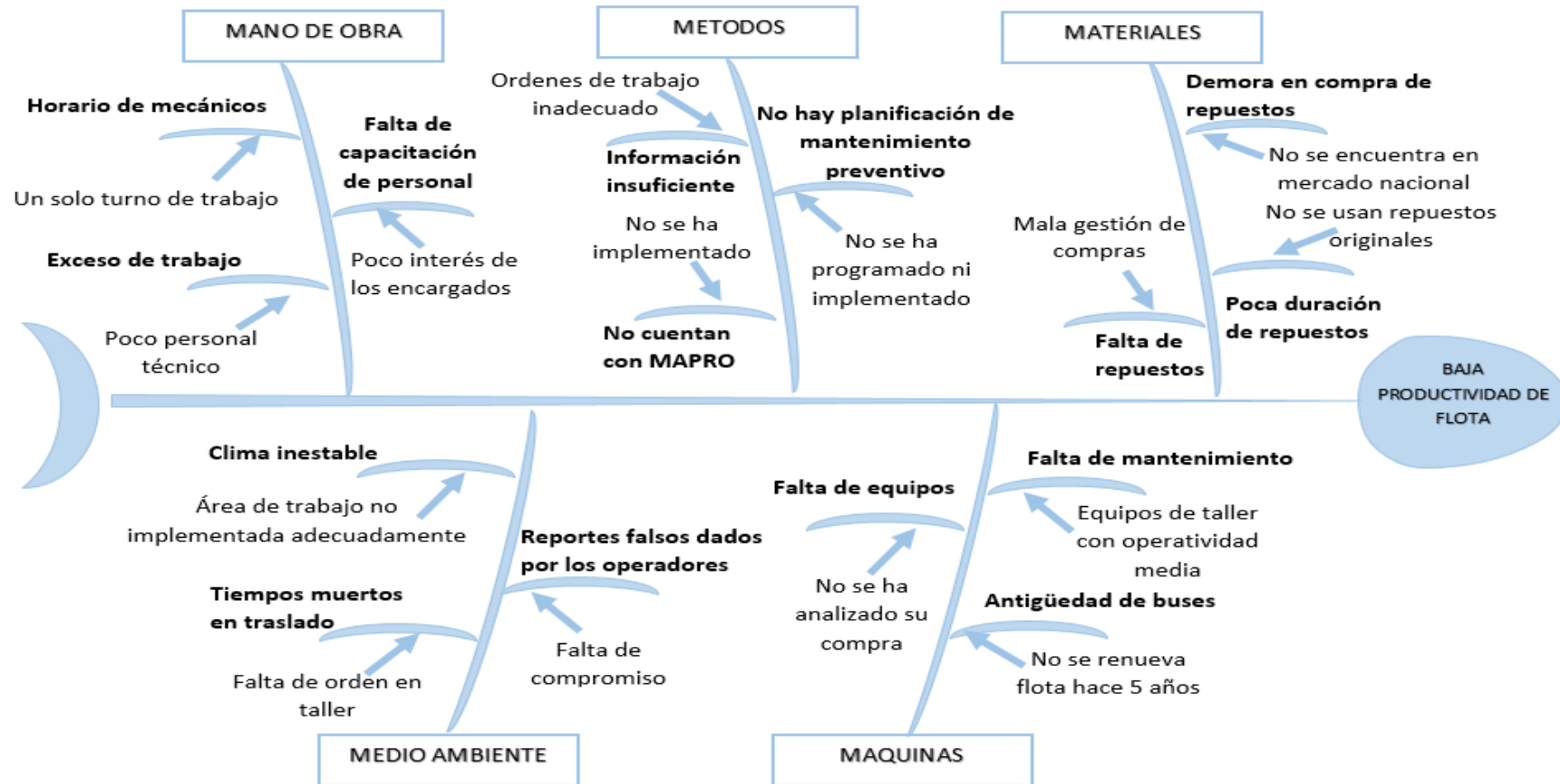
Medio Ambiente

- Tiempos muertos en traslado. - Falta de orden en distribución del taller
- Reportes falsos dados por los operadores. - Falta de compromiso

Maquinarias

- Falta de equipos. - No se ha analizado la compra
- Antigüedad de vehículos. - No se renueva flota hace 5 años
- Equipos de taller con operatividad media. - Falta de mantenimiento

Figura 3. Diagrama causa-efecto de la productividad en la empresa.



Fuente: Elaboración Propia

Por medio del presente diagrama de Ishikawa, se puede observar las diferentes causas que generan el problema de baja productividad del área de mantenimiento de la empresa BUENA ESTRELLA S.A.C., observando la falta de manual de procedimientos y mantenimiento preventivo.

Se puede mencionar los factores más resaltantes involucrados en la baja productividad en el área de mantenimiento de la empresa BUENA ESTRELLA S.A.C.

No hay planificación de mantenimiento preventivo: En el área de mantenimiento se trabaja con reportes diarios de fallas en los buses, otorgado por el área de operaciones, solo se realizan trabajos correctivos, no se pone en práctica el programa de mantenimiento preventivo el cual apoye en la mejora de la confiabilidad en los buses.

Falta de capacitación del personal: El personal técnico no recibe capacitaciones en los diferentes sistemas de los buses, así mismo no se cuenta con la cantidad de personal necesario, generando un déficit en los avances de reparaciones, demoras excesivas por falta de personal.

Falta de repuestos: La escasa planificación de los mantenimientos no permite mantener un stock de repuestos para reparación de los buses, no se tiene información del historial de los buses, así como las siguientes inspecciones o fechas de cambio, la falla de un bus y necesario cambio de repuesto, significa la prolongación del tiempo de parada del bus, sumándole a ello la deficiente gestión de compras.

No cuentan con MAPRO: El área de mantenimiento, no cuenta con un manual de procesos para la atención de un bus que ingrese a taller, se ha podido identificar falta de comunicación, informaciones erróneas y falsos reportes; para la ejecución de las actividades es necesario un procedimiento con la finalidad de manejar la misma información y los mismos criterios.

Información insuficiente: No se hacen registros detallados de mantenimientos o cambio de repuestos en los buses, no se registra con exactitud las fechas y km de cambios de repuestos, personal técnico no maneja formatos para actividades realizadas.

Poca duración de repuestos: algunos de los repuestos utilizados no son originales debido a que el proveedor no cuenta con dicho producto en su stock, teniendo la necesidad de adquirir repuestos alternativos de los cuales se desconoce su vida útil.

Después de realizado el diagrama de Ishikawa, siendo este estudiado en 5 ramas (mano de obra, métodos, materiales, medio ambiente y maquinas) en donde se identificaron causas y efectos del principal problema que es la baja productividad, se procederá a realizar un análisis más detallado con la matriz de priorización (Vester), partiendo de las razones principales de los problemas encontrados en el área de mantenimiento, posterior a ello y con los datos obtenidos se realizara el diagrama de Pareto.

Tabla 2. Definición de las causas de la matriz de correlación.

CODIGO	PROBLEMAS
P1	Demora en compra de repuestos
P2	Falta repuestos
P3	Poca duración del repuesto
P4	No hay planificación de mantenimiento preventivo
P5	No cuentan con MAPRO
P6	Información insuficiente
P7	Poco personal técnico
P8	Falta capacitación de personal
P9	Un solo turno de trabajo
P10	Falta de equipos
P11	Falta de mantenimiento de los equipos
P12	Antigüedad de los buses
P13	Reportes falsos de los operadores
P14	Tiempos muertos en traslado

Fuente. Elaboración propia

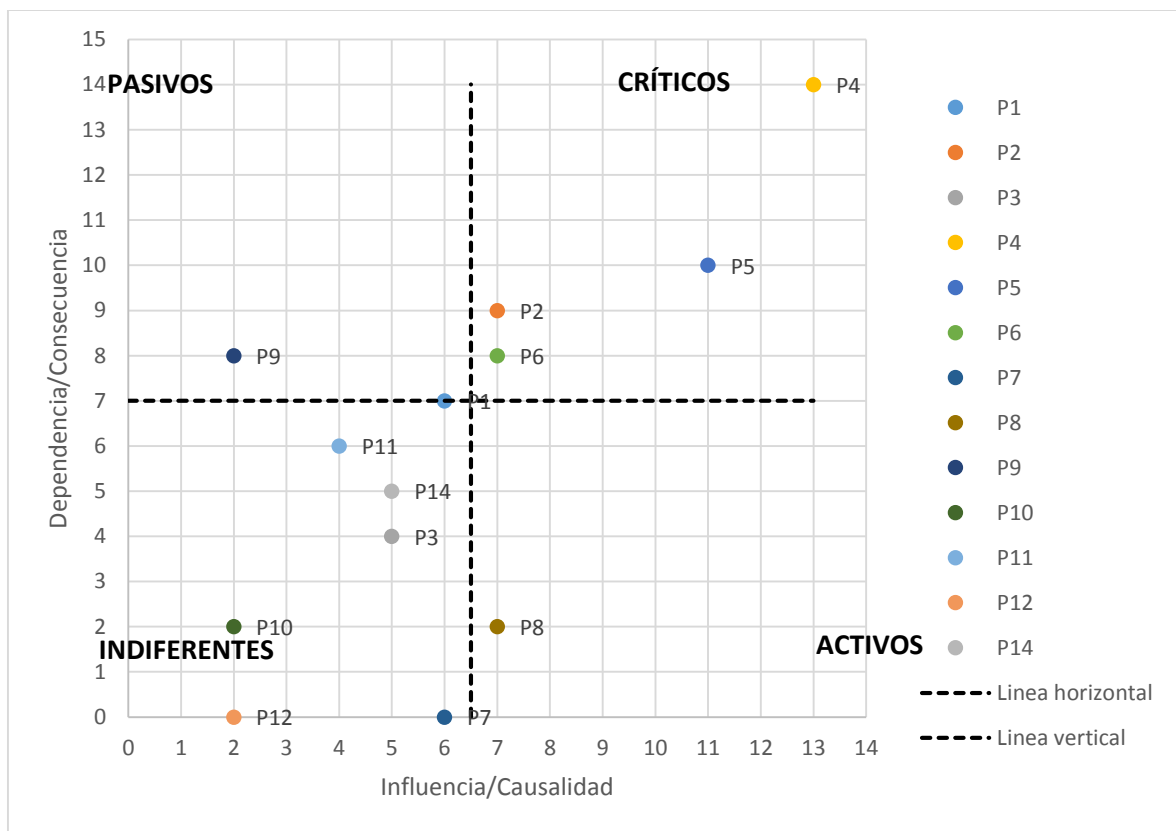
Tabla 3. Matriz de Vester para la priorización de problemas.

MATRIZ DE VESTER PARA LA PRIORIZACION DE PROBLEMAS																	
CODIGO	CAUSAS DE LA BAJA PRODUCTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	Demora en compra de repuestos	Falta repuestos	Poca duración del repuesto	No hay planificación de manten	No cuentan con MAPRO	Información insuficiente	Poco personal técnico	Falta capacitación de personal	Un solo turno de trabajo	Falta de equipos	Falta de mantenimiento de los e	Antigüedad de los buses	Reportes falsos de los operadores	Tiempos muertos en traslado	ACTIVOS	CALIFICACION
P1	Demora en compra de repuestos	0	3	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	7.59%
P2	Falta repuestos	0	0	0	3	1	0	0	0	2	0	0	0	0	1	7	8.86%
P3	Poca duración del repuesto	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	5	6.33%
P4	No hay planificación de mantenimiento preventivo	2	3	2	0	0	3	0	0	2	0	1	0	0	0	13	16.46%
P5	No cuentan con MAPRO	2	1	0	2	0	1	0	1	0	0	1	0	1	2	11	13.92%
P6	Información insuficiente	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	7	8.86%
P7	Poco personal técnico	0	0	0	1	1	0	0	0	3	0	1	0	0	0	6	7.59%
P8	Falta capacitación de personal	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	7	8.86%
P9	Un solo turno de trabajo	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2.53%
P10	Falta de equipos	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	2.53%
P11	Falta de mantenimiento de los equipos	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4	5.06%
P12	Antigüedad de los buses	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2.53%
P13	Reportes falsos de los operadores	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2.53%
P14	Tiempos muertos en traslado	0	0	0	0	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	5	6.33%
PASIVOS		7	9	4	14	10	8	0	2	8	2	6	0	4	5	79	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 3, se enumeran las 14 causas que fueron asociadas entre sí para identificar sus coincidencias, asignándole un valor por cada relación, de haberse encontrado una relación se asignó un valor del 1 al 3, siendo el 1 de menor grado y el 3 de grado mayor, en caso no se haya identificado alguna relación se colocó el valor de 0. Habiendo realizado lo expuesto anteriormente obtendremos como resultado que la causa 4 obtuvo el mayor porcentaje con un 16.46%, seguida de la causa 5 con un 13.92%, siendo estas las principales causas de la baja productividad en el proceso de mantenimiento de buses.

Figura 2. Gráfico de la Matriz de Vester.



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la matriz de Vester indican como problemas críticos:

- P4, No hay planificación de mantenimiento preventivo
- P5, No cuentan con MAPRO
- P2, Falta de repuestos
- P6, Información insuficiente

Una vez obtenidos los puntajes se emplearán en el diagrama de Pareto, confirmando así la información generada en la matriz de vester de la criticidad de las causas.

Seguidamente, se usará la información de la matriz de priorización de problemas (Matriz Vester) para realizar el análisis de Pareto

Tabla 4. Principales causas de baja productividad en mantenimiento.

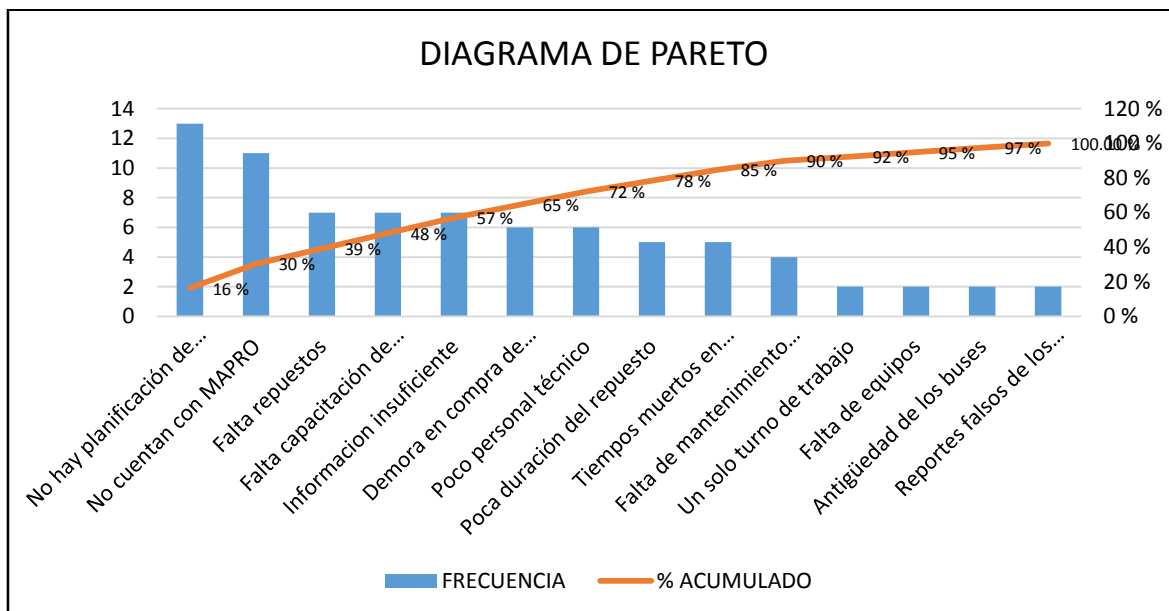
CODIGO	CAUSAS DE LA BAJA PRODUCTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	ACTIVOS	CALIFICACION
P4	No hay planificación de mantenimiento preventivo	13	16.46 %
P5	No cuentan con MAPRO	11	13.92 %
P2	Falta repuestos	7	8.86 %
P8	Falta capacitación de personal	7	8.86 %
P6	Informacion insuficiente	7	8.86 %
P1	Demora en compra de repuestos	6	7.59 %
P7	Poco personal técnico	6	7.59 %
P3	Poca duración del repuesto	5	6.33 %
P14	Tiempos muertos en traslado	5	6.33 %
P11	Falta de mantenimiento de los equipos	4	5.06 %
P9	Un solo turno de trabajo	2	2.53 %
P10	Falta de equipos	2	2.53 %
P12	Antigüedad de los buses	2	2.53 %
P13	Reportes falsos de los operadores	2	2.53 %
TOTAL			100.00 %

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis de Pareto se han identificado los principales problemas en el área de mantenimiento, siendo estos los siguientes: No hay planificación de mantenimiento preventivo, no cuentan con MAPRO, falta de repuestos, información insuficiente, esto significa el 80% del total de causas para la baja productividad.

A continuación, se utilizará la información de la matriz de Vester para realizar el diagrama de Pareto.

Figura 3. Diagrama de Pareto.



Fuente: Elaboración propia

Después del análisis mediante el diagrama de Pareto, la problemática de baja productividad del área de mantenimiento es causado por 14 problemas dentro de los cuales 9 causas prioritarias son el 80%, aquellas que coinciden con 4 problemas graves encontrados en el diagrama de Vester, los cuales son: No hay planificación de mantenimiento preventivo, no cuentan con MAPRO, falta de repuestos, información insuficiente.

Los problemas antes mencionados influyen negativamente en el área de mantenimiento, posterior a ello, se hace un diagrama de evaluación de soluciones.

Tabla 5. Matriz de evaluación de soluciones

ALTERNATIVAS	Criterios				Total
	FÁCIL DE IMPLEMENTAR	ECONÓMICO DE IMPLEMENTAR	RAPIDEZ DE RESULTADO	GARANTÍAS DE ÉXITO	
Establecer un plan de mantenimiento preventivo	4	4	5	5	18
Invertir en compra de repuestos originales	4	1	3	4	12
Contratar a personal capacitado	3	2	5	3	13
Registrar información de mantenimiento de buses	5	5	3	4	17

Fuente: elaboración propia

Rango del 1 al 5

Criterio: La mejor calificación es 5, la peor es 1.

En este sentido destacamos lo siguiente:

- Todas las seleccionadas tiene un alto impacto en rapidez de resultados, no obstante, la opción A, es la más conveniente.
- La opción B tiene un alto costo de implementación por lo cual se descarta.
- La opción C tiene un alto costo de implementación, pero muestra rapidez e resultados
- La opción D tiene alta garantía de éxito, con una rapidez de resultado y bajo costo. Se procederá al consenso sobre las opciones de llevar a cabo.

1.2 Trabajos Previos.

Antecedentes Nacionales

GARCÍA JONATHAN (2016), en su tesis “Implementación de la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la competitividad del consorcio Servitram Cargo & Olivos S.A.C, Lima - Perú 2016”, su objetivo fue implementar el RCM para los vehículos tracto camión de la flota de vehículos del área en frío de la empresa Consorcio Servitram Cargo & Olivos S.A.C, SMP Lima, utilizando la herramienta del AMEF, implementando un programa de mantenimiento para los vehículos de la empresa de estudio, creando una hoja de vida con los fallos de los Tracto Camión. El autor concluyó que mediante el uso de la metodología RCM, la empresa obtuvo mejores resultados, una mejor organización, mejor cumplimiento de lo planificado y a un mediano plazo mayor rentabilidad demostrando en su investigación que la confiabilidad tuvo un crecimiento del 5%, la disponibilidad de 6% comparado con las cifras antes de la implementación. Dichos resultados influyen considerablemente en aspectos como la calidad y productividad de sus vehículos incrementando un 13% y 12% respectivamente.

MACEDO JOSÉ (2018), en su tesis “Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para mejorar la productividad de la línea 14 de envasado Tetra Pak- Lurigancho 2018.”, tuvo como objetivo determinar de qué manera el uso del RCM ayuda a mejorar la productividad de la línea 14 de envasado Tetra Pack- Lurigancho 2018, su tipo de investigación fue aplicada, ya que buscó la solución del problema utilizando teorías ya existentes, no solo determinó el problema, sino halló las causas del mismo, con un nivel explicativo, utilizando hojas de recolección de datos, entrevistas, implementación de formatos y capacitaciones al personal administrativo y operativo.

Su validación de instrumentos la realizó por medio del juicio de expertos, su información recolectada fue analizada y procesada mediante el software SPSS versión 25. El autor concluyó que, hubo un incremento de la productividad en un 20% con la implementación de la metodología del RCM en la empresa AJEPER S.A ubicada en Lurigancho.

SANTA CRUZ C. (2018), en su tesis “El plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) y su influencia en la disponibilidad de las unidades de la flota vehicular municipalidad de San Miguel - Callao 2018” tiene como objetivo reducir el porcentaje de fallas de las unidades vehiculares para de esta manera incrementar su disponibilidad, erradicar en su mayoría las consecuencias de todos los reportes de fallas existentes en las unidades vehiculares y conservar el buen funcionamiento del sistema.

La investigación fue ejecutada por medio de 4 fases:

Fase 1- Hacer una revisión general, estudiar los datos obtenidos del PLC y de las unidades vehiculares.

Fase 2- Investigar para hacer uso de alguna herramienta informática que nos ayude a obtener una investigación con sustento tecnológico.

Fase 3- Generar un reporte estadístico con los datos de tiempos obtenidos de las fallas haciendo uso del RELEST (software de mantenimiento)

Fase 4- Crear un programa de mantenimiento para los equipos y maquinas basado en la confiabilidad.

El autor concluyó que mediante la implementación del programa de mantenimiento basado en la metodología RCM, nos permite poner en orden los equipos y herramientas de la flota los cuales requieran mayores atenciones, de igual manera mediante el uso de la estadística aplicada se logra mejorar los procesos de mantenimiento.

SOTO, JEAMPIERRE (2016), en su tesis “Mantenimiento basado en la confiabilidad para el mejoramiento de la disponibilidad mecánica de los volquetes faw en gym S.A.” tiene como principal objetivo incrementar la disponibilidad de los vehículos aplicando la herramienta RCM, usando los formatos: checklist de equipos, reportes del conductor, revisiones semanales, estado y comentarios diarios de los equipos (Data SISME).

El autor concluyó que, el regulador de corriente constituía un principal problema en las unidades, para ello, realizo las gestiones para las modificaciones con la inspección diaria, logrando conservar en buen estado los vehículos y pudo

anticiparse a las averías, de esta manera, se logró incrementar la disponibilidad de los vehículos Faw CA3256, siendo este incremento el 1.89% más.

Según **SOSA M. (2018)**, mediante su investigación para obtener el título de ingeniero industrial, “implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) para aumentar la productividad del área de producción de tableros de la empresa SERTES S.A.C, Lima, 2018. Tuvo como principal objetivo implementar la metodología del (RCM) para mejorar la productividad del área de elaboración de tableros, el tipo de investigación es aplicada ya que busca la solución de problemas mediante el uso de teorías ya existentes, con una población de la cantidad de tableros fabricados en 12 semanas (3 meses), la muestra fue la misma cantidad de la población, su técnica utilizada para obtener información fue la observación, y el análisis de informes, los instrumentos de recolección es el historial de fallas, toma de tiempos, y fichas técnicas, los resultado obtenidos con la implementación del RCM en el área de producción de tableros fue de 21% más, la eficiencia tuvo un incremento de 12.4% más, y la eficacia un 22.59% más.

Antecedentes internacionales

Según, **CASTILLO SANTILLÁN, Á. V. (2017)**. En su trabajo de proyecto de investigación y desarrollo titulado, “Propuesta de mantenimiento centrado en confiabilidad de las unidades de bombeo horizontal multietapas del Sistema Power Oil de la Estación Atacapi del B57-LI de Petroamazonas. Tiene como meta de realizar un programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad (CRM), debido a la alta tasa mostrando fallas encontradas en la empresa caso de estudio, lo cual ha ocasionado la inoperatividad de las bombas o parada total de los mismos en diferentes etapas del proceso, generando cuantiosas pérdidas que influyen con la producción del petróleo del campo, al realizar la propuesta de mantenimiento, inicialmente se estudió el entorno industrial y operacional de las partes que conforman el sistema horizontal de bombas (HPS) de los cuales también se recabaron datos históricos, seguidamente se calcularon las tasas problemas con los equipos, así como también la unidad HPS, una vez obtenido los resultados se logra comparar los valores según la norma *ISO 14224-2006*, para luego desarrollar un estudio de los modos de falla (AMFE) recibiendo la información de los problemas de cada uno de los equipos evaluados, mediante el uso de la herramienta de

diagrama de decisión RCM II , se conocieron las actividades propuestas para mejorar, describir y controlar cada uno de los modos de falla de AMFE, las actividades propuestas son entendibles y accesibles para el área, por último se procedió a crear el plan mediante el uso de RCM para ser usado en la unidad de bombeo horizontal HPS. Gracias a la aplicación del RCM, se conoce a ciencia cierta que es fiable la disminución de la tasa de fallos obteniendo una optimización en el tiempo entre cada falla detectada. Después de obtener los resultados, se evidencia que el uso de la metodología es completamente rentable.

Según, **GARDELLA GONZÁLEZ, M. (2011)**. En su tesis cuyo título es, “Mejora de metodología RCM a partir del AMFE e implantación de mantenimiento preventivo y predictivo en plantas de procesos”. Su objetivo principal es la implementación de una metodología de gestión y buen manejo de economía, haciendo uso del RCM, siguiendo paso a paso los mantenimientos preventivos, correctivos y predictivos para así conocer y manejar los problemas presentados y aplicar medidas para las soluciones; en la tesis, sus objetivos son: Según John Moubray definir la metodología RCM; definir un proceso clave para la implementación de las propuestas mediante el proceso a seguir del RCM mediante el AMFE, el realizar los 3 tipos de mantenimientos planteados como son correctivo, preventivo y predictivo, seguir al pie de la letra lo establecido para la implementación del RCM, partiendo de las 7 preguntas antes de la implementación para de esta manera conocer a fondo la problemática de la empresa, poner en marcha las 10 fases que constituye el RCM, hacer un seguimiento minucioso a los resultados obtenidos y demostrar a la organización las mejoras expresadas en números, crear un ambiente laboral en la organización el cual sea favorable para el empleador y el trabajador, permitiendo la fidelización y mejora de sus resultados.

Durante la implementación se debe establecer una serie de pasos para la implementación de la mencionada metodología, establecer un modo de trabajo mediante manuales en el cual muestren cada una de las actividades por puesto de trabajo, asignar a cada área un supervisor o encargado quien será responsable de informar, hacer seguimiento y comparar los resultados obtenidos mes a mes para una buena y eficaz medición lo cual implica determinar formatos de supervisión de planta y mantenimiento los cual debe estar aprobado por gerencia, todas las

medidas antes mencionadas facilitarán y optimizarán el proceso de producción así como la calidad del producto o servicio ofrecido por parte de la empresa en la que se realizó la implementación.

LOMBANA MIRANDA M. F., Z. G. B. J. (2018). En su trabajo de investigación, “Mejora del plan de mantenimiento preventivo de los equipos críticos de la línea de producción 1 de la empresa Coctemar mediante la metodología RCM “, tiene como objetivo mejorar el proceso de mantenimiento de las maquinas que presenten problemas críticos en la línea de producción 1 de la empresa en estudio, dicho estudio fue organizado bajo un criterio netamente mixto en donde se logra conocer y hacer un acercamiento a los principales procesos de la empresa, identificar sus pro y contras en cuanto al área de mantenimiento, generando diagnósticos precisos para la mejora del proceso.

Después de haber identificado los principales problemas y sus diferentes causas, se procede a plasmarlos en la matriz de riesgos o Vester, una vez obtenidos los resultados se procede a generar la tabla y diagrama de Pareto cuya regla principal es que el 80% de las consecuencias, se deben al 20% de las causas, así se identifica el impacto de estas en la producción, se logra también determinar cuáles son los equipos que se encuentran con fallos funcionales críticos haciendo un estudio técnico y la identificación del árbol de falla de cada equipo que conforma el proceso de producción sabiendo así que el más predominante es la Mesa de Corte CNC Ermaksan EPL 25120-130XD cuya función es el corte de lámina con alta precisión, sabiendo también que un posible fallo y posterior parada repentina de la maquina significa un impacto negativo muy perjudicial para la empresa en el proceso de ensamble, debido a que este proceso distribuye material a la zona de armado.

Como solución para los problemas ya conocidos, se plantean una serie de indicadores los cuales ya tienen definidos su proceso de obtención de datos y métodos para la medición de los mismos, siendo este un proceso muy importante ya que nos mostrara cuales son las cifras de variación y mejora durante el periodo en que se está realizando la implementación, así como también el buen funcionamiento de las actividades ya implantadas para un futuro, generar mejoras periódicas las cuales puedan ser medidas por los indicadores ya establecidos

teniendo siempre presente los principales tipos de fallas así como las medidas adoptadas para las mismas.

MONTILLA, C. A., ARROYAVE, J. F., & SILVA, C. E. (2007). En su trabajo, Caso de aplicación de mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM, previa existencia de mantenimiento preventivo. Tiene como objetivo la obtención y demostración del resultado de la implementación del RCM en una organización del rubro de transporte de encomiendas a nivel nacional, generando un programa de mantenimiento preventivo el cual se le atribuirá la metodología del RCM como un apoyo para una eficiente gestión, permitiendo así tener mayor noción y mayores herramientas para la gestión del proceso de mantenimiento al ser modificado el plan del mismo, capacitando al personal y dando seguimiento a las actividades planteadas

El rediseño del mantenimiento consiguió bajar la carga de trabajo y aumentar la disponibilidad de los equipos.

VILLADA, J. D. M. (2013). En su proyecto de titulación, “Diseño de un plan de mantenimiento para la flota articulada de Integra SA usando algunas herramientas del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)”. Tiene como objetivo principal, la elaboración e implementación consiente de un plan de mantenimiento haciendo uso de formatos individuales para cada unidad.

Posterior a ello, se planteó un diagrama con requisitos del análisis del AMFE, se estudió a cada componente y su modo de fallo, con el respaldo de dicha matriz, se realizó el análisis de significancia asignando valores numéricos con respecto a la frecuencia y gravedad del problema, se elaboró un checklist con todo lo necesario para el seguimiento idóneo de las medidas presentadas, se hicieron estimaciones presupuestales a cada proceso a seguir con las respectivas comparaciones llegando a la conclusión que resulta rentable la implementación de la metodología ya mencionada, teniendo la certeza de obtener buenos resultados para la mejora de producción de la empresa.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Mantenimiento

Concepto

“El **mantenimiento** es definido como cualquier acción que tenga por finalidad preservar un equipo, herramienta, proceso o vehículo así como regresarlo a un estado en el cual pueda ejecutar la función requerida para el proceso asignado sea técnico o administrativo”. Wikipedia.

Función del mantenimiento

Según el autor Albert Raymond y Asociados (Estados Unidos de América) 1982, p.36, “la principal función del mantenimiento es incrementar la disponibilidad requerida para un buen proceso de producción en cuanto a bienes y servicios, para disminuir un deterioro prematuro en los equipos”.

La función principal del mantenimiento, es la realización de los procesos que influyen en el mantenimiento y generan un aporte a la ejecución continua de los diferentes sistemas, incluyendo las originales características de su diseño, generando un ambiente adecuado para la organización y permitiendo así su uso rutinario y de forma correcta de acuerdo al presupuesto establecido antes de su realización.

Objetivos del mantenimiento

Según Nava (2006), p.35, manifiesta mediante su investigación que el mantenimiento evidencia ciertos objetivos los cuales son útiles para definir los procedimientos a seguir durante las revisiones periódicas necesarias, asegurando su buen funcionamiento, mejorando niveles como la disponibilidad, productividad y confiabilidad.

Manifiesta que los objetivos más conocidos del mantenimiento son:

Reducir la complejidad de las fallas poco evitables.

Reducir las paradas de producción por maquinas averiadas.

Incrementar el nivel de seguridad en planta.

Mantener los activos en buen estado.

Comparar el costo de mantenimiento.

Incrementar la vida útil de los activos.

Teniendo claro que el mantenimiento, aplicado de forma correcta genera mayor rendimiento de los activos, siendo este muy necesario y aceptable en términos de mejora en la producción, ahorro de recursos, maximizando la rentabilidad del área siendo este proceso una inversión a largo plazo.

Ventajas del mantenimiento

Según Nava (2006), p.55, una ventaja importante del mantenimiento es la detallada a continuación:

No es necesario una infraestructura compleja para dicho proceso, basta con formar un equipo competente, debido a ello la inversión en mano de obra es la tan importante y a la vez mínima, se debe estudiar también el tipo de problema al que se enfrentan. Nava (2006), p.55

Es favorable para equipos o maquinas que no influyen de forma directa con el proceso de producción. Nava (2006), p.55.

Tipos de mantenimiento

Mantenimiento Correctivo:

Para Mora (2011), define el mantenimiento correctivo como la reparación de la falla. Los operadores de las máquinas y equipos son las personas asignadas para reportar la novedad de las averías y por otro lado, las reparaciones son asignadas a los trabajadores del área de mantenimiento (P. 426)

Según Rey (2001) manifestó que en el área de mantenimiento se debe estar preparado para reparaciones repentinas, definiéndose a este proceso mantenimiento correctivo, el cual no es planificado, simplemente al presentarse se toman medidas inmediatas. (P. 46).

El mantenimiento correctivo tiene por punto de partida un diagnóstico para establecer por qué ocurrió la falla. Este proceso puede incluir:

El empleo de una computadora de diagnósticos para estudiar un sistema.

Entrevista con los clientes.

Es primordial especificar qué motivo originó el problema para poner en acción las medidas pertinentes y estar al tanto de las averías de componentes múltiples o del sistema que pueden haber ocurrido simultáneamente.

“cabe mencionar que el mantenimiento correctivo suele ser mucho más costoso que un mantenimiento preventivo ya que se podría requerir cambiar ciertas partes del vehículo al encontrarse estas inservibles”.

Mantenimiento Preventivo

Según el autor Nava a. (2006), p. 16, define el mantenimiento preventivo como una “técnica primordial en las empresas la cual consiste en programar actividades, presentando un objetivo indispensable como el de actuar antes de que se presente la falla en la máquina, ya sea con repuestos nuevos o la reparación de los mismos permitiendo de esta manera reducción de costos”

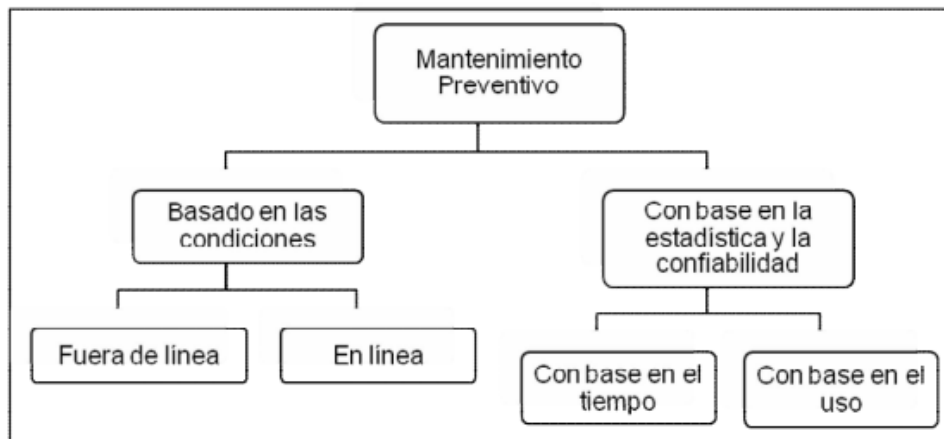
Es conocido que, dichas revisiones programadas son de mucha importancia para identificar en qué circunstancias se pueden producir las fallas inesperadas y de esta manera eliminar ciertos puntos críticos, detectando las fallas desde su periodo inicial y actuar sobre ellas de manera oportuna. Durante el mantenimiento preventivo se realiza la intervención aun cuando no se haya producido la falla.

El mantenimiento presenta 2 partes presentadas por Duffuaa S. y otros (2004, p. 71)”.

El mantenimiento preventivo está enfocado a la prevención y cuidado de las maquinas mediante la ejecución de actividades como inspección, orden y limpieza para garantizar su confiabilidad. Wikipedia

Se trata de un grupo de actividades relacionadas al mantenimiento que tienen como meta anticiparse a las fallas para así garantizar un equipo fiable durante el proceso de trabajo del mismo. Blog Lean Manufacturing.

Figura 6. Categoría del Mantenimiento Preventivo.



Fuente. Duffuaa S. y otros (2004, p. 71)

Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo es mantenimiento más complejo y por ende menos usado en las empresas de transporte, consiste en crear pruebas, mediciones y seguimiento a las condiciones operativas de un equipo, instaurar parámetros lo que permitirá pronosticar cuándo un equipo fallará.

Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)

Se define el (RCM) como una ideología de gestión, que contribuye como ejemplo para conocer las actividades del mantenimiento con sus respectivos intervalos a los equipos mas prioritarios de un proceso de producción en el cual se maneje programas y proyecciones del área de mantenimiento. Mora 2011, p. 67

PRADIP 2017, define el RCM como una herramienta moderna para identificar el riesgo y dar prioridad a los elementos más importantes tomando acciones de revisión y reparación teniendo como base el modo de fallo y la metodología del RCM. (p.1)

Según SHIZIMU en el año 2016, explica que La metodología de (RCM) nos permite crear y detallar un plan de mantenimiento preventivo adecuado haciendo uso de un programa computarizado el cual contiene información de los demás subsistemas incluyéndose en un trabajo de ingeniería. (p.2)

Objetivos de RCM

Según MOUBRAY, 2004, p. 223 “El objetivo principal del RCM es conocer las actividades que debe realizar el trabajador, (es decir, cerciorarse que realicen el trabajo de forma idónea)”.

Indicadores del RCM

Disponibilidad

Según PISTARELLI, 2010, p. 58, define la “disponibilidad como un numero en porcentaje del tiempo en que un activo estuvo de forma disponible para un proceso de operacionalización siempre siguiendo estándares de seguridad y de calidad que ya están definidas”.

Según ALBERTO MORA, “la disponibilidad es la posibilidad de funcionamiento correcto en el momento adecuado luego del inicio de su funcionamiento, siendo usado en un ambiente estable”.

$$Disponibilidad = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF}$$

MTBF: Tiempo medio de buen funcionamiento

MTTR: Tiempo medio de reparación

Confiabilidad

PISTARELLI, 2008, p. 30, define la confiabilidad como un “indicador que asegura el funcionamiento el cual esperamos de un equipo en el lapso de un tiempo empezando de un tiempo en el cual se ha utilizado siempre tomando como referencia su desempeño óptimo”.

AMENDOLA, 2003, p. 2, se refiere a confiabilidad como “una función de un tiempo en que un activo esté disponible para así cumplir las tareas para las cuales se les ha programado, esto es una calculo porcentual de manera global. Los factores que influyen en el estudio de la Disponibilidad son: Tiempo Promedio para Fallar (TPPF) y el Tiempo Promedio para Reparar (TPPR). Teniendo en cuenta estas dos variables se podrá evaluar un plan de acción para incrementar la disponibilidad”.

$$\text{Confiabilidad} = \frac{\text{TTT} - \text{TTP}}{\text{TIP}}$$

TTT: Tiempo total de trabajo

TTP: Tiempo total de parada

TIP: Total de incidencias de paradas

Mantenibilidad

MORA, 2009, p. 104, define la mantenibilidad como la “probabilidad que tiene un activo o maquina en volver a funcionar como antes de la falla, avería o cualquier tipo de interrupción, esto es después de la reparación la cual dependerá de un plan de mantenimiento el cual eliminara los fallos y sus causas las cuales son motivos de la parada”.

$$\text{Mantenibilidad} = \frac{\text{TTR}}{\text{TIP}}$$

TTR: Tiempo total de reparación

TIP: Total de incidencias de paradas

Productividad

Es definida como la producción de un material o servicio teniendo en cuenta los insumos usados por cada porción de tiempo.

Eficiencia

Zabala, 2005, p. 98, la define como “La relación entre los recursos utilizados y el resultado obtenido”

Andrade 2005, p. 253 define la eficiencia por medio de la expresión usada para cuantificar la cualidad del buen funcionamiento del sistema, con el fin de alcanzar los objetivos planteados y a la par disminuyendo el uso de ciertos recursos los cuales pudieron ser optimizados.

$$Eficiencia = \frac{HMU}{HMT} \times 100$$

HMU: Horas maquina útil

HMT: Horas maquina total

Eficacia

García, 2006, p. 18 describió La productividad es un indicador de la eficiencia con que se han trabajado y el buen uso de los recursos con el fin de obtener lo propuesto, por lo tanto la productividad tiende a ser medida según:

Productividad= Eficacia / Eficiencia.

Gil, 2011, p. 25, define la eficacia como “El cumplimiento satisfactorio de las metas de la empresa y referente a ello indica, que para conseguirlos es necesario estar con la visión clara y ordenada sobre los resultados deseados y así poder medir los indicadores cumpliendo con las expectativas de los clientes”.

$$Eficacia = \frac{PL}{PN} \times 100$$

PL: Producción lograda

PN: Producción neta

2.2. Formulación al Problema

Problema general

¿En qué medida la implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la productividad del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021?

Problemas específicos:

Problema específico 1.

¿En qué medida la implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la eficiencia del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021?

Problema específico 2.

¿En qué medida la implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la eficacia del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C. la Victoria, Lima, 2021?

2.3. Justificación del estudio

Justificación teórica

En el estudio propuesto se implementará el plan de mantenimiento basado en (RCM), se establecerán actividades y formatos para llevar el control de las actividades, mantenimientos y reparaciones, permitiendo de esta manera realizar proyecciones y llevar un mejor registro de atención de flota.

Justificación Metodológica

La justificación metodológica del estudio es que se basará en el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), pretendiendo incrementar la productividad en el proceso de mantenimiento de los buses de la empresa BUENA ESTRELLA S.A.C.

Justificación Económica

La implementación del plan de mantenimiento basado en RCM puede disminuir los costos por reparación, ya que, al realizar un mantenimiento preventivo, se estará alargando la vida útil del repuesto o sistema, evitando generar costes por

cancelación de servicios, buses varados en ruta y costos por reparaciones mayores a corto plazo.

Justificación Social

Mediante la implementación del plan de mantenimiento basado en (RCM), se logrará incrementar la confiabilidad en la flota, generando mayor competitividad y confianza del usuario con respecto al servicio brindado por la empresa, se evitarán cortes de ruta, cancelación del servicio lo cual permitirá tener una mejor imagen ante la sociedad.

2.4. Hipótesis

Hipótesis general

La implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la productividad del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021

Hipótesis específicas:

Hipótesis específica 1

La implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la eficiencia del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021

Hipótesis específica 2

La implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la eficacia del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021

2.5. Objetivo

Objetivo general

Determinar como la implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la productividad del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021.

Objetivo específico

OE1: Determinar como la implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la eficiencia del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021.

OE2: Determinar como la implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la eficacia del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021.

3. METODOLOGIA

3.1. Tipo y diseño de investigación

ARIAS GALICIA, FERNANDO, indica que una investigación “Es un proceso mediante el uso de métodos para llegar a solucionar problemas cuyo punto de partida es la obtención de datos objetivos para una serie de operaciones lógicas que forman parte del proceso”.

Tipo de investigación

El siguiente trabajo es de tipo **aplicada** ya que tiene por propósito la solución de problemas haciendo uso de teorías ya existentes.

Según define VALDERRAMA (2015) la investigación aplicada es el tipo de investigación que busca soluciones al problema planteado haciendo uso de herramientas o metodologías ya existentes con una serie de pasos ya debidamente establecidos. (p. 38)

Nivel de investigación

La investigación tiene un nivel o profundidad **explicativa** ya que al mostrarnos el problema, lo define y posterior a ello, procura llegar a definir las causas del mismo haciendo uso de teorías ya existentes.

Enfoque de investigación

Según su enfoque el presente trabajo es **cuantitativo** debido a que su estudio se basa en condiciones susceptibles y observables de medición.

Diseño de investigación

El diseño de investigación es cuasi - experimental, debido a que identifica y cuantifica las causas y efectos de la variable independiente RCM (mantenimiento centrado en la confiabilidad) y de la variable dependiente productividad.

Alcance de la investigación

El alcance de investigación es Longitudinal, debido a que obtiene tomas de una muestra, que viene siendo estudiada en diferentes tiempos que pueden ser regulares o largos.

3.2. Operacionalización de las variables

Tabla 6. Matriz de Operacionalización de variables.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador	Formulas
Variable Independiente: Mantenimiento centrado en la confiabilidad	Moubray, 2004, p19 “técnica utilizada que sirve para definir reglas de mantenimiento, asegurando el buen funcionamiento para el cual fue diseñado”.	“Método de crear y establecer un plan de mantenimiento dentro de una organización y que nos muestra ciertas ventajas sobre otras técnicas”.	Confiabilidad	Índice de funcionamiento sin fallas	$\text{Confiabilidad} = \frac{\text{TTT} - \text{TTP}}{\text{TIP}}$ TTT: Tiempo total de trabajo TTP: Tiempo total de parada TIP: Total de incidencias de paradas
			Mantenibilidad	Índice de tiempo de reparación de buses	$\text{Mantenibilidad} = \frac{\text{TTR}}{\text{TIP}}$ TTR: Tiempo total de reparación TIP: Total de incidencias de paradas
			Disponibilidad	Índice de disponibilidad de maquina	$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{MTBF} - \text{MTTR}}{\text{MTBF}}$ MTBF: Tiempo medio de buen funcionamiento MTTR: Tiempo medio de reparación
Variable dependiente Productividad	Ericka Felsiger, 2002, p 12 “La productividad es un indicador que nos muestra el estado en que se están usando las herramientas y recursos de un sistema económico en la producción”.	“La productividad permite medir la eficiencia del nivel de producción en función de recursos usados”.	Eficiencia	Índice de eficiencia	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{HMU}}{\text{HMT}} \times 100$ HMU: Horas maquina útil HMT: Horas maquina total
			Eficacia	Índice de eficacia	$\text{Eficacia} = \frac{\text{PL}}{\text{PN}} \times 100$ PL: Producción lograda PN: Producción neta

Fuente: Elaboración propia

3.3. Población, muestra y muestreo

Población.

La población de la siguiente investigación es, 1800 órdenes de trabajo (OT), en un tiempo definido de 12 semanas antes y 12 semanas después de la implementación de la propuesta de mejora en el área de mantenimiento de la empresa BUENA ESTRELLA S.A.C.

BERNAL (2010), argumenta que, la población viene siendo el grupo de los elementos encontrados en la investigación, también puede ser definido como todas las unidades del muestreo (p. 160)

Muestra

La muestra se obtuvo mediante el uso de una fórmula estadística de población finita.

Cuadro de valores para hallar la muestra.

% Error	Nivel de Confianza	Valor de Z calculado en tablas
1	99 %	2.58
5	95 %	1.96
10	90 %	1.645

Fuente: Secretaría de Salud del Estado de Tabasco México – 2005.

Fórmula para la población finita:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

n= Tamaño de muestra buscado

N= Tamaño de población, en este estudio es 95 buses.

Z= parámetro estadístico, de acuerdo al nivel de confianza de 90%, z=1.645.

e= Margen de error, se tomó el 10%.

p= probabilidad que ocurra el evento es 50%.

q= probabilidad que no ocurra el evento es 50%.

Resumen de datos:

Parámetro	Valor
N	1800
Z	1.645
P	0.5
Q	0.5
E	10%

Reemplazamos los datos en la fórmula:

$$n = \frac{1800 * (1.645)^2 * 0.5 * 0.5}{(10\%)^2 * (1800 - 1) + (1.645)^2 * 0.5 * 0.5} = 65.57 = 66 \text{ O.T.}$$

Por lo tanto, la muestra para nuestro trabajo es de **66** órdenes de trabajos realizados a los buses del área de mantenimiento de la empresa de transportes BUENA ESTRELLA S.A.C.

Muestreo.

El presente trabajo es una investigación cuantitativa y de población definida o pequeña, por lo tanto; todos los miembros de la población cuentan con la misma probabilidad de ser seleccionado para la muestra, por lo tanto, el tipo de muestro que se utilizó para el desarrollo del trabajo es el muestro probabilístico aleatorio simple, es uno de los métodos más usados y sencillos de aplicar, que también se conoce como rifa o tómbola.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Técnicas e instrumento de recolección de datos.

Las técnicas e instrumentos utilizados en la investigación fueron:

- Observación de forma directa y dirigida en los procesos de mantenimiento en sus tipos correctivo y preventivo.
- Toma de datos y análisis del Índice de tiempo de reparación de buses.
- Análisis de documentación interna de la empresa (facturas de servicios o compra de repuestos).
- Entrevista de los usuarios internos (conductores) con el fin de identificar las causas más comunes de las paradas repentinas.
- Entrevista al personal del área de mantenimiento, con presencia de autoridades de la empresa.
- Análisis de los informes de producción por buses de la empresa.
- Toma de datos del tiempo de trabajo de los buses.
- Hojas de registro, orden de trabajo
- Base de datos (Excel), programa de mantenimiento.




3.5. Validez y Confiabilidad.

Validez.

Según VALDERRAMA (2015) mencionó: Toda herramienta de medición y estudio, debe contar con peculiaridades como: validez y confiabilidad. Ambos criterios forman parte importante en el estudio científico, para trabajar con instrumentos precisos y seguros. (p. 205).

La validación de instrumentos del siguiente trabajo se realizó por medio del juicio de expertos, quienes serán tres (3) expertos de la especialidad, a continuación, se muestra el cuadro de los jueces y su calificación.

Tabla 7. Validez de instrumentos por el juicio de expertos.

EXPERTOS	FIRMA	RESULTADO
Mgrt. Dávila Laguna Ronald Fernando		APLICABLE
Mgrt. Montoya Cárdenas, Gustavo Adolfo		APLICABLE
Dr. Malpartida Gutiérrez Jorge Nelson		APLICABLE

Fuente: Elaboración propia.

Confiabilidad.

HERNÁNDEZ (2018), dijo: La confiabilidad o fiabilidad es la medida en que un instrumento genera resultados coherentes en la muestra (p. 229).

Por lo tanto, la confiabilidad de los instrumentos de medición, fueron, las pruebas en campo cuyos datos obtenidos serán procesados mediante el programa informático confiable Microsoft Excel, dando como resultado un margen de error nulo.

3.6. Métodos de análisis de datos.

Los métodos utilizados para el desarrollo del presente trabajo fueron:

Procesamiento de datos en los programas como Microsoft Word 2016 (elaboración de cuadros, gráficos, tablas, etc.) y Microsoft Excel 2016 (cálculo de datos, elaboración de base de datos, cálculos de promedio, cálculos porcentuales, etc.).

Para el análisis de las pruebas estadísticas se empleó el paquete estadístico IBM SPSS Statistics versión 25 para evaluar si el comportamiento de las muestras.

3.7. Aspectos éticos.

Es importante mencionar que la presente investigación cumple con los requisitos y originalidad necesarios, respetando el derecho de autor mostrando un material bibliográfico citado a lo largo de trabajo de investigación; es más, de conformidad al Manual de referencias **ISO 690 – 2**, evitando incurrir en plagio.

Durante el proceso, se deberá tener en consideración la certeza de los resultados, no haciendo caso omiso al respeto por la propiedad intelectual.

4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1. Situación actual

Generalidades.

La empresa Buena Estrella es una empresa dedicada al transporte urbano, fue la primera empresa en Lima y Callao en contar con buses a gas natural, haciendo alianzas con la empresa Modasa y con la finalidad de innovación y mejora continua respetando e incentivando el cuidado del medio ambiente.

Una de sus principales características de los buses era una suspensión hecha especialmente a la medida de las duras condiciones de las pistas. Todo en beneficio del confort y el bienestar de los usuarios.

Actualmente la empresa va invirtiendo un aproximado de US\$ 14'000,000.00 (catorce millones con 00/100 dólares americanos) en su plan de renovación vehicular de su flota en buses a GNC, de mayor capacidad y de tecnología de punta. La empresa actualmente en su ruta 1607 cuenta con 85 buses a Gas Natural Comprimido o Vehicular. Buscando terminar la renovación de su flota vehicular. Buena Estrella SRL, fue la pionera en la utilización de buses con combustible a gas natural ya contamos con 10 años de experiencia operativa en estos buses.

Datos generales:

- Nombre o Razón Social de la Empresa
- Ruc: 20252130501
- Razón Social: Buena Estrella S.A.C.
- Página Web: <http://be.com.pe>
- Logo de la Empresa
- Tipo de Empresa: Sociedad Anónima Cerrada CIU: 4921
- Condición: Activo
- Fecha Inicio Actividades: 01 / Junio / 1994.
- Actividad Comercial: Transporte urbano y suburbano de pasajeros por vía terrestre
- Gerente: Flores Pimentel Rufino Antonio
- Presidente: Flores Pimentel Rufino Antonio

- Ubicación Empresa
- Dirección Legal: Aviación N°1180
- Distrito / Ciudad: La Victoria
- Departamento: Lima, Perú.

Figura 4. Logo de la Empresa



Fuente: Buena Estrella S.A.C.

Breve Reseña Histórica de la Empresa:

A Rufino Flores, la oportunidad lo convirtió en empresario. Cuando era marino, en los noventa, trabajaba en la estación de radio de Ancón, Ninguna línea de transporte urbano lo llevaba de su casa al trabajo. Como casi todos sus compañeros tenían el mismo problema contrataron buses particulares que los movilizaran. Cuando estos vehículos dejaron de brindarles el servicio, decidió operar esa ruta como transportista

Para entonces, Flores había descubierto la necesidad. No solo eran los miles de marinos asignados a la estación de Ancón, sino los pobladores de la zona quienes requerían nuevas rutas de transporte urbano. En 1994 dos años antes de retirarse de la Marina, Flores ya había fundado la Buena Estrella su propia empresa de transporte.

En 1997, propuso al municipio de Lima la ruta que había desarrollado, desde Ancón hasta La Victoria. Al constatarse que existía demanda entre los pasajeros, su solicitud fue aprobada. La Buena Estrella completó 96 unidades para satisfacer esa demanda.

Ocho años después, necesitaba renovar su flota, Entonces, llegaron a MODASA, que les facilitó un crédito directo para un bus de 8.5. Fue el inicio de una relación

provechosa y de evaluación de posibilidades para desarrollar vehículos más rentables.

Luego de haberles comprado buses de distintas características, buscando mayor rentabilidad nos preguntamos. ¿Por qué no les pedimos un bus a gas?, cuenta Flores

En ese momento, solo había una estación de gas natural en Lima y las conversiones de autos a esta tecnología aun albergaban ciertas dudas. Había mitos sobre el gas natural vehicular como por ejemplo que en las subidas el motor no rendía” recuerda.

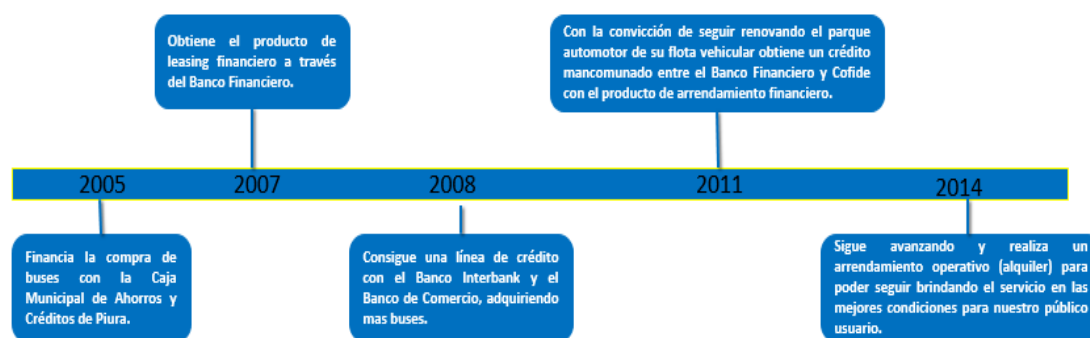
Flores superó esos mitos. Observó autos a gas, investigó la experiencia en otros países y se decidió. Para financiamiento, acudió al programa Configas, de COFIDE, que permite pagar el vehículo al abastecerlo de combustible, y a la Caja Metropolitana.

De este modo, Flores se convirtió en el primer transportista en adquirir un bus a gas en el Perú. Los resultados fueron alentadores: sus costos en combustible se redujeron casi a la mitad. Hoy, La Buena Estrella tiene una flota de 30 unidades a gas natural.

En el 2014 sigue avanzando y realiza un arrendamiento operativo (Alquiler) para poder seguir brindando el servicio en las mejores condiciones para el público usuario.

En ese mismo año, accede a la financiación del grupo Acceso, financiera la cual da su primer crédito a una empresa de transporte público para la adquisición de 56 buses a gas de la marca Yutong (Sinomaq), con esos buses, la buena estrella paso a tener flota propia conformada por 95 buses a gas.

Figura 5. Línea de tiempo por financiamiento



Fuente: Buena Estrella S.A.C

Misión, Visión y Política.

Misión: Ofrecer a la ciudadanía un servicio cómodo, seguro y amigable con el medio ambiente.

Visión: Ser la empresa líder en transporte público brindando el mejor servicio a nuestros clientes y colaboradores.

Política: Somos una Empresa de transporte urbano, realizamos todos nuestros trabajos amparados en nuestros valores de Calidad, Seguridad y responsabilidad ambiental y social

Considerar a nuestros clientes el pilar fundamental de la empresa cumpliendo y superando sus expectativas.

El usuario siempre tiene la razón y se merece un trato con respeto y educación.

Proteger a nuestros colaboradores durante todos los procesos sea de mantenimiento u operación. Brindar capacitación constante al personal administrativo, de mantenimiento y operación.

Giro de la Empresa.

BUENA ESTRELLA S.A.C., es una empresa líder en rubro de transporte urbano, con más de 20 años de experiencia en ruta de Lima Metropolitana y Callao. Contamos con una moderna flota de buses a GNV.

Brinda transporte urbano y de personal en la ruta 1607 Ancón – La victoria

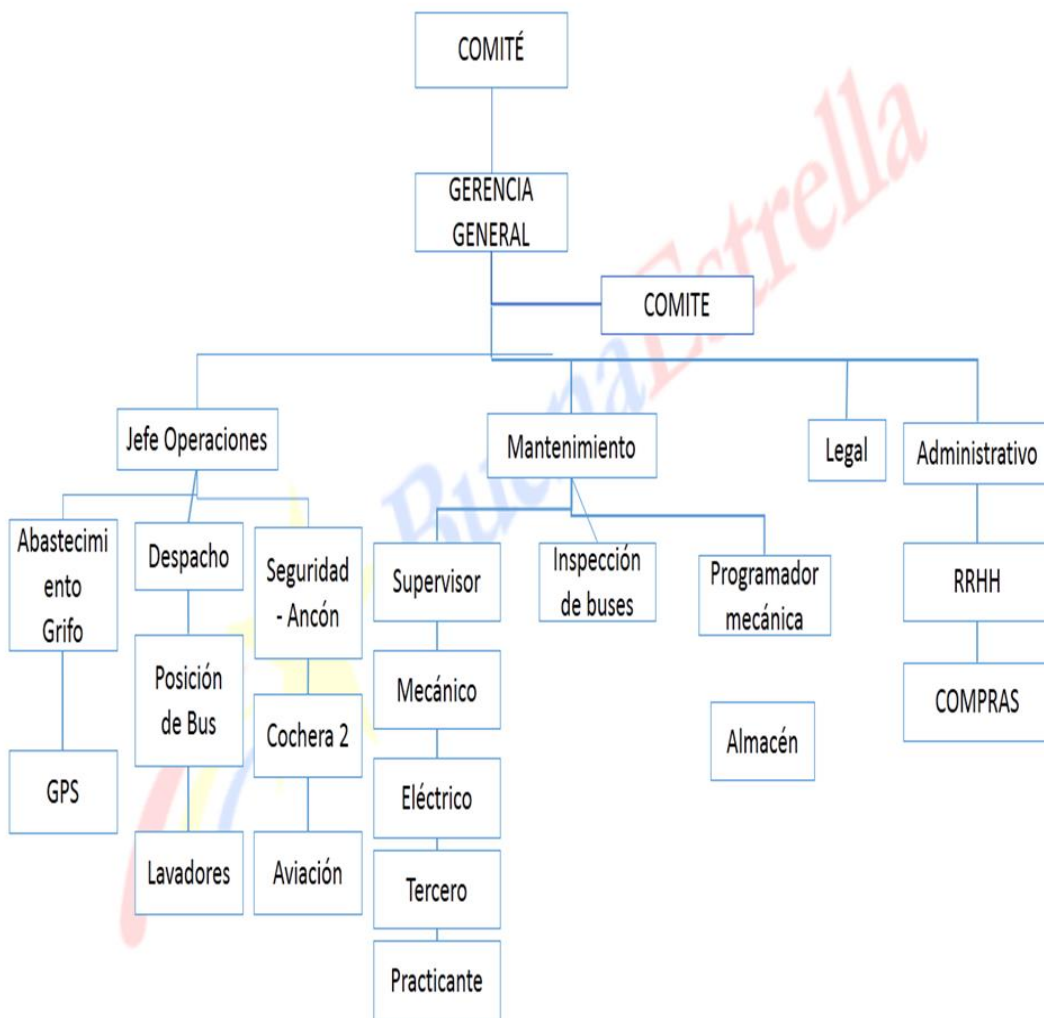
Tamaño de la Empresa.

La empresa actualmente en su ruta 1607 cuenta con 95 buses a Gas Natural Comprimido o Vehicular. Buscando terminar la renovación de su flota vehicular.

Considerándolo una pequeña empresa ya que la producción anual sobrepasa las 150 UIT, pero no exceden de 1,700 UIT. Promedio de ingresos anual S/. 5, 100,000.

Organigrama de la empresa

Figura 6. Organigrama de la empresa



Fuente: Buena Estrella S.A.C.

Línea de actividades y áreas de la empresa

La principal actividad de la empresa BUENA ESTRELLA S.A.C. es el servicio de TRANSPORTE PUBLICO, en la ruta N° 1607, ANCON - LA VICTORIA, para su óptimo funcionamiento la empresa requiere de otras áreas como:

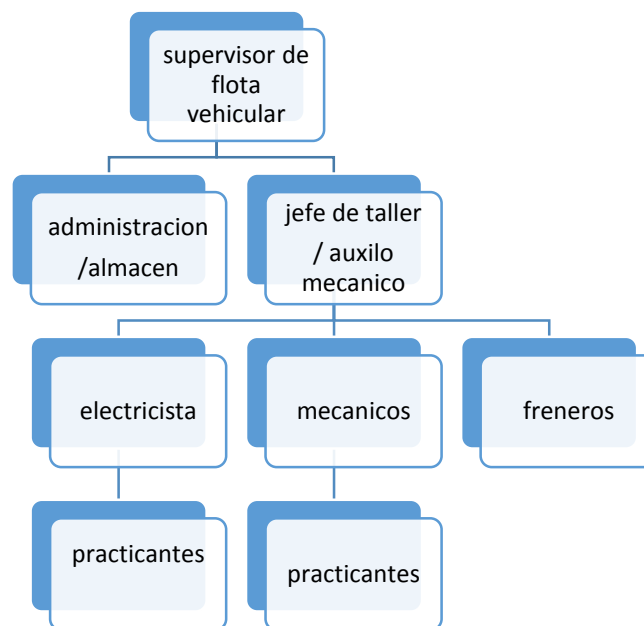
- Área de Mantenimiento y reparaciones buses.
- Área de operaciones y despacho de buses.
- Área de Recaudación de la producción de los buses
- Área de Auxilio mecánico.
- Área de Planchado y pintura.
- Oficinas administrativas.

Para el desarrollo de la investigación se estudiará el área de Mantenimiento y Reparación de buses.

Situación actual del área de mantenimiento de buses.

En la actualidad el área de mantenimiento cuenta con un total de quince (15) empleados, quienes realizan diversas actividades dentro del área (anexo 1), a continuación, se muestra el organigrama.

Figura 7. Organigrama del área de mantenimiento.



Fuente: Elaboración propia.

Actividades de cada encargado:

Supervisor de flota vehicular. – actualmente el puesto es ocupado por 1 persona quien se encarga de: Recibir el reporte de buses con observaciones o fallas mecánicas, en coordinación con el jefe de taller, asigna un personal para la reparación, recibe el reporte de diagnóstico del mecánico, prueba en ruta de buses, supervisión de trabajos

- Compra de materiales en zonas cercanas
- Toma nota del trabajo realizado en el bus

Administración/almacén. - actualmente el puesto es ocupado por 1 persona quien se encarga de: solicitar a los mecánicos información de los trabajos realizados en el bus, generar ordenes de trabajo, hacer solicitud de repuestos al área de logística, informar sobre salida de repuestos del almacén, solicitud de repuestos para cambio de aceite, otras actividades encomendadas por gerencia.

Practicante administrativo. - actualmente el puesto es ocupado por 1 persona quien se encarga de: apoyo en registro de cambio de repuestos, apoyo al área de operaciones.

Jefe de taller / auxilio mecánico. - actualmente el puesto es ocupado por 1 persona quien se encarga de: Supervisión de trabajos realizados en el bus, coordinación con gerencia, mantienen informado a gerencia sobre situación actual de los buses, apoyo en labores de reparación de buses, realiza auxilios mecánicos,

Electricista. - actualmente el puesto es ocupado por 1 persona quien se encarga de: Recibe reportes con respecto al sistema eléctrico en general de los buses, se encarga también de labores como: soldadura, relleno de piezas, arreglo de carrocería como colocar tapas laterales de gas, enderezar y soldar parachoques,

Mecánicos. - actualmente el puesto es ocupado por 5 personas quienes se encargan de: Reparaciones de fallas mecánicas, cambio de repuestos, auxilios mecánicos, solicitud de repuestos.

Freneros. - actualmente el puesto es ocupado por 2 personas quienes se encarga de: revisión y reparación de fallas en el sistema de frenos, cambio de llantas, rotación de llantas,

Practicantes. - actualmente el puesto es ocupado por 1 persona quien se encarga de: apoyo al electricista, mantenimiento preventivo y correctivo

Ayudante. - actualmente el puesto es ocupado por 2 personas quienes se encargan de: apoyo en actividades de reparación de buses, trabajos independientes por fallas leves, cambio de aceite y filtros.

Desde un punto de vista critica, se puede decir que la organización del área de mantenimiento está mal estructurada, ya que el personal no tiene bien definida sus funciones, y realizan funciones que no les corresponde.

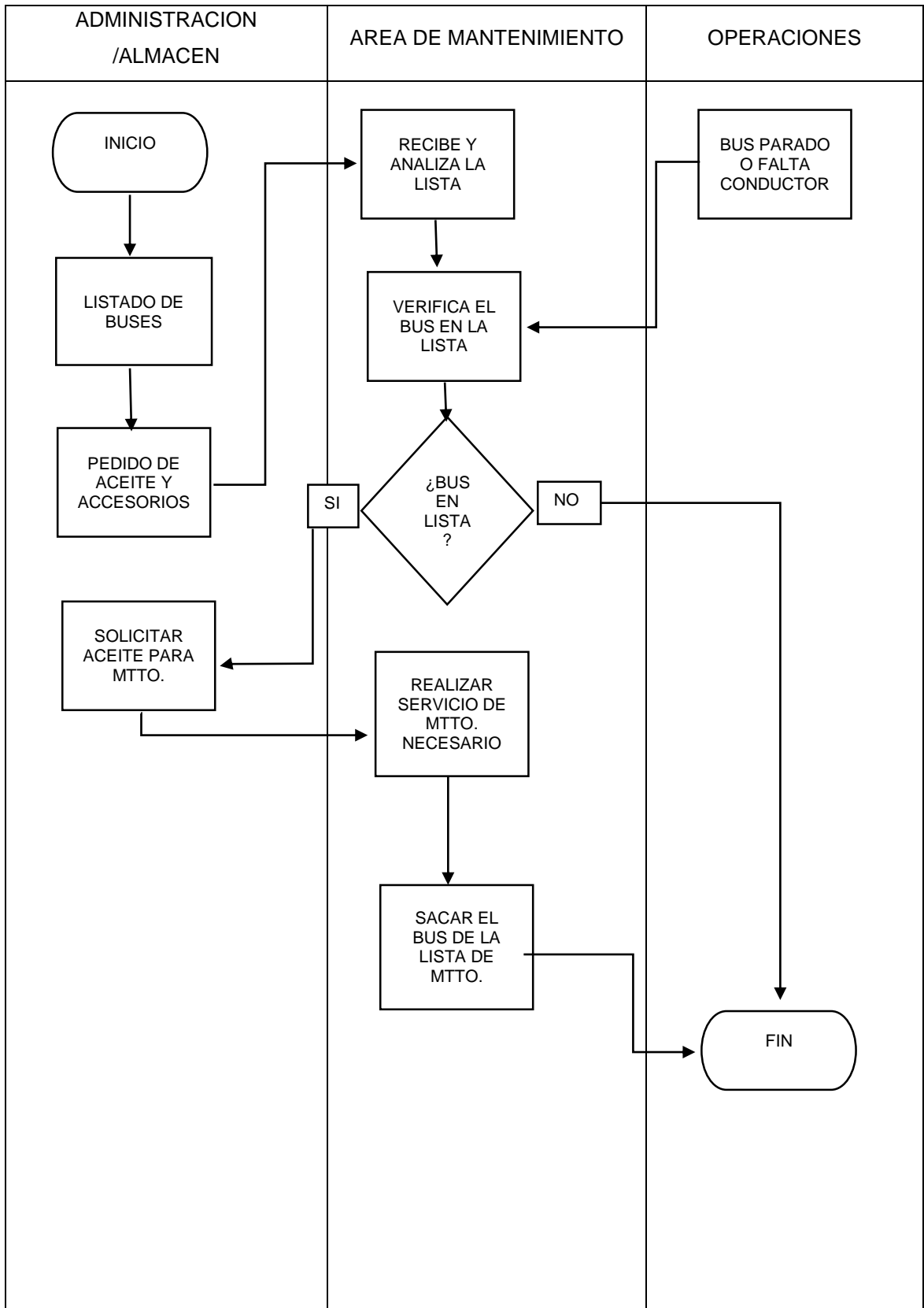
Descripción del proceso de mantenimiento de los buses de la empresa.

En el área de mantenimiento se realiza dos (2) tipos de trabajos:

El mantenimiento preventivo.

El cual consiste en realizar trabajos como, cambio de aceite de motor, cambio de filtros (aire, combustible, aceite), cambio de aceite de caja, regulación de frenos, entre otros trabajos, en la actualidad la empresa cuenta con una programación básica de mantenimiento pero que no es respetado, es decir los mantenimientos se dan cuando, los buses están parados, están en taller o cuando producen alguna falla, no existe un control adecuado de los mantenimientos.

Figura 8. Diagrama de flujo del proceso de Mto. Preventivo.



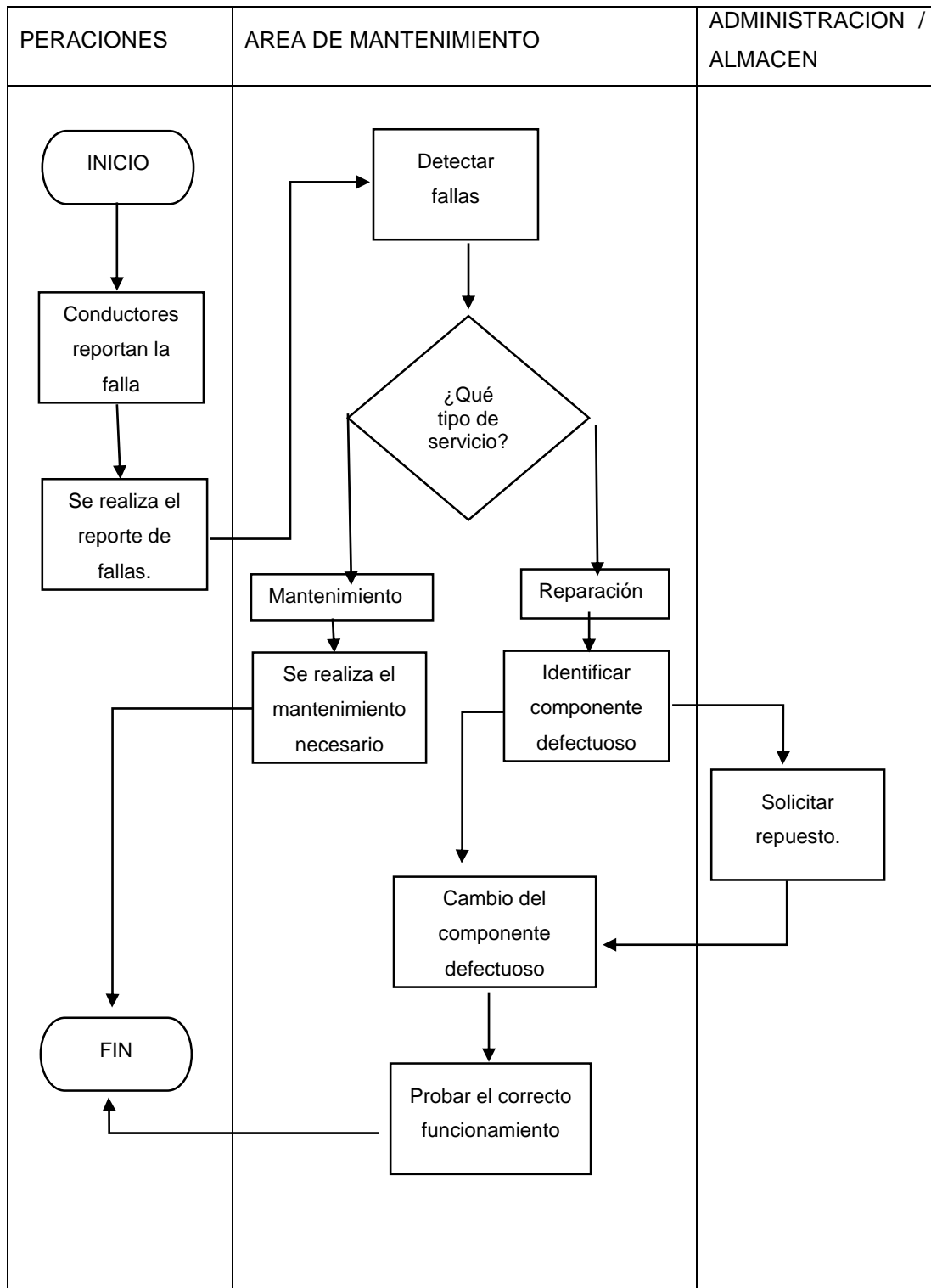
Fuente: Elaboración Propia

Mantenimiento correctivo.

Es tipo de mantenimiento consiste en reparar cualquier falla que se podría producir en el día, normalmente la metodología del proceso inicia un día antes en la oficina de operaciones, los conductores al llegar a liquidar la producción del día, informa al encargado del área de operaciones, los síntomas de las averías, lo cual es anotado en un cuaderno de reportes, al día siguiente el mismo reporte es pasado al área de mantenimiento, el supervisor de flota le indica al jefe de taller los reportes de fallas, el mismo que revisa e identifica las posibles causas de la falla, para posteriormente asignar a un técnico mecánico para la realización de la reparación, una vez identificado el componente defectuoso, se procedo al cambio para ello se solicita el/los repuestos al almacén, si no hubiera dicho componente en almacén se hace pedido lo cual mayormente demora un día, una vez realizado la reparación y solución correspondiente, se reporta al jefe de operación, para que realice las pruebas y compruebe el correcto funcionamiento. Una vez que la unidad este operativo se notifica al área de operaciones que el bus está en óptimas condiciones para el trabajo en ruta.

Actualmente raras veces se hacen los órdenes de trabajo, y si se hacen son llenados como cumplimiento y no como un requisito de trabajo del día (es rellenado por la secretaria después del trabajo)

Figura 9. Diagrama de flujo del proceso de Mto. Correctivo.



Fuente: Elaboración Propia

Indicadores de productividad de la empresa.

Para obtener los indicadores necesarios, se tomaron datos de las órdenes de trabajo y se clasificaron por meses según la fecha de la OT, luego se calcularon en el programa Excel con datos promedios de cada mes, los resultados fueron los siguientes:

Confiabilidad. - Este indicador nos dice la probabilidad de que los buses puedan funcionar correctamente sin fallas o averías mecánicas.

$$\text{Formula: } \frac{TTT - TTP}{TIP}$$

Donde:

TTT (tiempo total de trabajo o cantidad de horas operativas) = Esta información es extraída del área de operaciones, donde se registran la hora de salida y llegada del bus, cantidad de vueltas por cada bus, la productividad de cada bus, etc. en nuestro caso tomaremos datos del total de vueltas y las horas de las mismas.

TTP (tiempo total de parada) = este dato será tomado de cuaderno de registro de la puerta de la cochera, calculando horas de permanencia en mantenimiento con las horas de entrada y salida de buses.

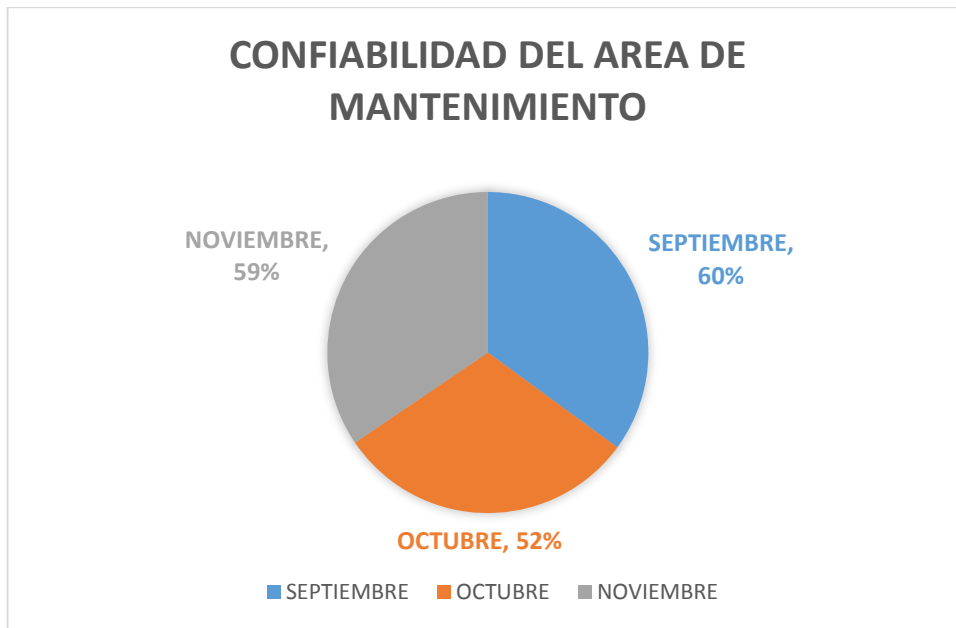
TIP (total de incidencia o N° de fallas de paradas) = este dato se obtuvo de las ordenes de trabajos generados en los meses de toma de datos.

Tabla 8. Confiabilidad actual de los buses.

AÑO	MES	TTT	TTP	TIP	CONFIABILIDAD
2020	SEPTIEMBRE	8.35	5.08	5.44	60%
	OCTUBRE	8.10	5.24	5.47	52%
	NOVIEMBRE	8.31	5.09	5.46	59%

Fuente: elaboración propia

Figura 10. Porcentaje actual de la Confiabilidad.



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar el porcentaje de confiabilidad actual de la empresa es muy bajo, 60% para septiembre, 52% para octubre y 59 % para noviembre, estos índices bajos de confiabilidad demuestran que los buses suelen tener mayores tiempos de paradas por fallas mecánicas, y un alto número de averías por paradas.

Mantenibilidad. - Indica la capacidad de realizar óptimos trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo a los buses de la empresa bajo determinadas condiciones y usando procedimientos y recursos establecidos

Formula: $\frac{TTR}{TIP}$

Donde:

TTR (total de tiempo de reparación) = Es el tiempo que se usó en reparar la avería o realizar el mantenimiento correctivo de los buses de la empresa.

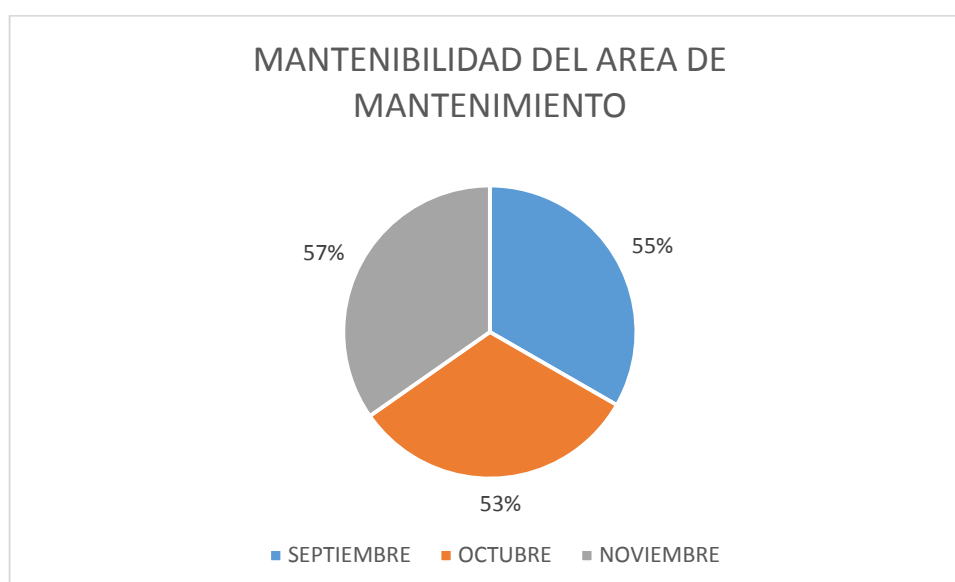
TIP (total de incidencia o N° de fallas de paradas) = este dato se obtuvo de las ordenes de trabajos generados en los meses de toma de datos.

Tabla 9. Mantenibilidad actual de buses.

AÑO	MES	TTR	TIP	MANTENIBILIDAD
2020	SEPTIEMBRE	3.00	5.44	55%
	OCTUBRE	2.77	5.24	53%
	NOVIEMBRE	3.13	5.46	57%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. Porcentaje actual de la Mantenibilidad



Fuente: Elaboración propia.

La figura 14, nos indica que el área de mantenimiento tuvo una mantenibilidad de 55% en septiembre, 53% en octubre y 57% en noviembre, en realizar óptimos trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo, dichos porcentajes bajos nos dice que hubo mayores tiempos de paradas por fallas mecánicas lo cual refleja la deficiente capacidad de solucionar fallas en el área de mantenimiento.

Disponibilidad. - Nos dice que los buses de la empresa se encuentran aptos para su uso y operatividad, es decir buses disponibles para el transporte público.

Formula:
$$\frac{MTBF - MTTR}{MTBF}$$

Donde:

MTBF (tiempo medio de buen funcionamiento). - esto se calcula a través de la cantidad de horas operativas /Total de número de fallas (TTT/TIP), dichos índices ya se mencionaron anteriormente.

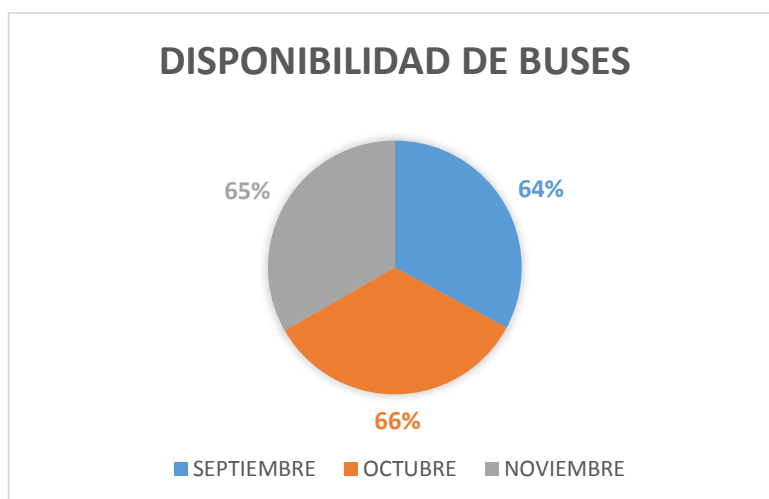
MTTR (tiempo medio de reparación). – esto se calculó dividiendo el tiempo total de reparación / Total de número de fallas (TTR/TIP), dicho índices ya se indicaron anteriormente también.

Tabla 10. La Disponibilidad actual de los buses.

AÑO	MES	MTB	MTTR	DIPONIBILIDAD
2020	SEPTIEMBRE	8.58	3.08	64%
	OCTUBRE	8.69	2.95	66%
	NOVIEMBRE	8.63	3.03	65%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. La Disponibilidad actual de los buses.



Fuente: Elaboración propia.

La figura 15, se puede apreciar que la empresa tuvo una disponibilidad de buses de 64% en septiembre, 66% en octubre y 65% en noviembre, estos porcentajes son muy bajos, la consecuencia de los mismo es el menor tiempo de funcionamiento de

los buses debido a las constantes fallas mecánicas y el empleo de mayor tiempo en la solución de dichas fallas o averías mecánicas.

Productividad. – En nuestro caso definiremos como la productividad laboral lo cual consiste en medir la eficiencia en el trabajo. Es decir, medir la eficiencia del personal en la realización del mantenimiento preventivo y correctivo a los buses de la empresa.

Formula: PRODUCTIVIDAD = EFICIENCIA * EFICACIA

Donde:

Eficiencia = Obtendremos al dividir el total de horas trabajadas en la reparación o mantenimiento de buses por cada personal técnico entre la jornada laboral (8 horas)

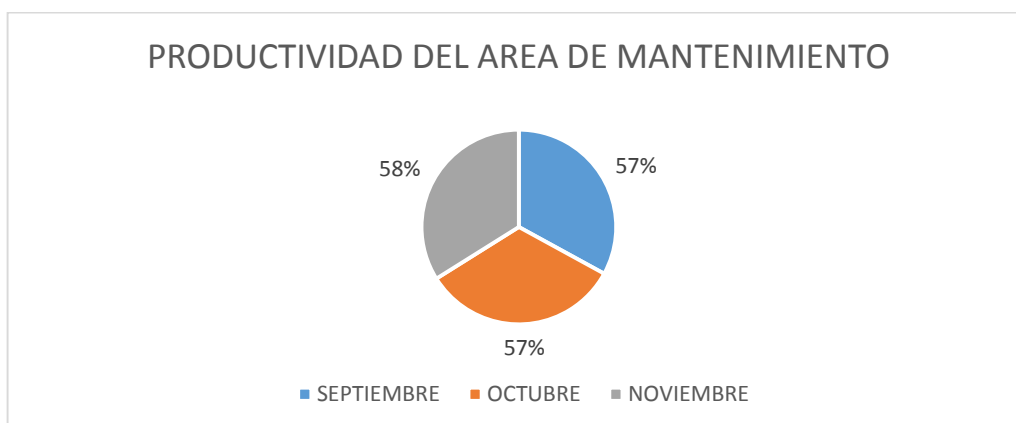
Eficacia = Obtendremos al dividir el total de buses reparados entre el total de buses parados por fallas mecánicas.

Tabla 11. Productividad actual del área de mantenimiento.

Año	Mes	Eficiencia	Eficacia	Productividad
2020	SEPTIEMBRE	0.86	0.66	57%
	OCTUBRE	0.84	0.68	57%
	NOVIEMBRE	0.86	0.68	58%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 13. Porcentaje actual de la productividad del área de mantenimiento.



Fuente: Elaboración propia.

La figura 16, indica que el área de mantenimiento tuvo una productividad de 57% en septiembre, 57% en octubre, y 58% de noviembre, en la realización de los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo de los buses de la empresa.

Costos de mantenimiento.

Costo del mantenimiento preventivo. En la empresa no se realizan los mantenimientos necesarios como indica el manual del fabricante.

Tabla 12. Costo actual del mantenimiento preventivo.

COSTO ACTUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR CADA BUS							
MARCA: YUTONG		MOTOR		YUCHAI		COMBUSTIBLE	
MODELO: BUS URBANO - ZK6120NG2		SERIE		YC6G260N-40		GNV-EURO 4	
MOTOR	CODIGO	KM	CANT.	TIPO DE SERVICIO	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	
filtro de aire primario/secundario	110903965	20000	1	cambio	S/ 60.85	S/	60.85
filtro de aceite	101200329	20000	2	cambio	S/ 10.78	S/	21.56
aceite de motor (GL)	SAE 15w40	20000	7	cambio	S/ 26.45	S/	185.15
filtro GNV alta presión	114300018	20000	1	cambio	S/ 85.44	S/	85.44
filtro GNV baja presión	114300030	20000	1	cambio	S/ 62.58	S/	62.58
bujias	370700049	20000	6	limpieza			
termostato	130600147	20000	2	no se hace			
refrigerante (GL)	07036n000033	20000	11	no se hace			
calibracion valvulas de motor (min)		40000	45	no se hace			
ajuste tapa de balancines (min)		40000	45	no se hace			
					total	S/	415.58
TRANSMISION							
Aceite de caja de cambios (Gl)	DAF 80W90	40000	1	rellenar	S/ 39.67	S/	39.67
Aceite de corona (GL)	DAF 80W90	60000	1	rellenar	S/ 44.72	S/	44.72
liquido de embriague (GL)		80000	0.5	rellenar	S/ 125.25	S/	62.62
grasa de retardador (Kg)		20000	1	no se hace			
engrase puntos generales (Kg)		20000	2	no se hace			
engrase de rodamientos (Kg)		40000	6	no se hace			
ajuste de embrague (min)		20000	20	no se hace			
					total	S/	147.01
CHASSIS							
liquido de direccion (GL)		80000	1	rellenar	S/ 32.00	S/	32.00
flitro de direccion		80000	1	cambio	S/ 20.40	S/	20.40
filtro de secador de aire		40000	1	cambio	S/ 40.10	S/	40.10
mantenimiento arrancador (min)		120000	60	no se hace			
mantenimiento alternador (min)		80000	60	no se hace			
						S/	92.50
MANO DE OBRA							
ENCARGADO	MES	hrs./sem.	hrs/mes	M.O / hora	M.O/min		
técnico mecánico	S/ 1,500.00	48	192	S/ 7.81	S/	0.13	
técnico electricista	S/ 1,700.00	48	192	S/ 8.85	S/	0.15	
				total	S/	655.09	

Fuente: Elaboración propia.

Costo de mantenimiento correctivo. - Es el costo por reparación total para el funcionamiento del bus, este costo se puede alargar al realizar los mantenimientos preventivos a tiempos adecuados.

Tabla 13. Costo actual del mantenimiento correctivo.

COSTO DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO POR CADA BUS			
MARCA: YUTONG	MOTOR	YUCHAI	COMBUSTIBLE GNV-EURO 4
MODELO: BUS URBANO - ZK6120NG2	SERIE	YC6G260N-40	
REPARACION DEL MOTOR			
DESCRIPCION			SOLES
CAMISETAS			S/1,100.80
PISTONES			S/1,230.59
ANILLOS			S/671.67
EMPAQUE DE CULATA			S/310.89
VALVULA DE ESCAPE			S/298.93
VALVULA DE ADMISION			S/315.56
ASIENTOS DE VALVULA DE ADMISION			S/191.84
ASIENTOS DE VALVULA DE ESCAPE			S/217.40
METALES DE BIELA, BANCADA, SEPARADOR Y COJINETE			S/720.00
BOMBA DE ACEITE			S/461.98
FILTRO DE ACEITE			S/20.70
FILTRO DE AIRE			S/123.00
BUJIAS NGK IRIDIUM			S/226.08
CABLES PARA BUJIA YUCHAI			S/217.21
OBTURADOR			S/527.40
REPARACION DEL SISTEMA DE TRANSMISION			
ANILLOS SINCRONIZADORES			S/2,950.00
MIXTO DE EMBRAGUE (ALTERNATIVO)			S/325.00
PLATO PRESOR DE EMBRAGUE 330 MARCA SACHS GE			S/1,367.30
Baterias (Credito)			S/940.00
DISCO DE EMBRAGUE SACHS GE			S/1,415.71
COLLARIN DE EMBRAGUE SACHS GE			S/270.00
ACCESORIOS COMPLEMENTARIOS			
ALTERNADOR			S/1,690.89
ARRANCADOR			S/773.68
TURBO			S/2,172.50
SECADOR DE AIRE (ALTERNATIVO)			S/130.00
RADIADOR (FABRICADO)			S/1,750.00
INTERCOOLER (FABRICADO)			S/1,750.00
FILTRO DE GAS PRIMARIO			S/37.48
FILTRO DE GAS SECUNDARIO			S/41.09
SENSOR DE OXIGENO			S/545.16
TRABAJO DE TERCEROS			
Rectificadora			S/2,360.00
TOTAL			S/25,152.84

Fuente: Elaboración propia.

Costo de la maquina parada. - Para el cálculo del costo de parada se tomó en cuenta la depreciación del bus, la producción diaria que genera el bus operativo, costos del espacio por estar parado (cochera o taller), y el costo de mantenimiento, en este caso es la tasa de mantenimiento por año frente a la vida útil del bus.

Tabla 14. Costo de bus parado por hora. (Hora maquina)

CALCULO DEL COSTO DE LA HORA MAQUINA					
Valor del bus (S/)	296240	vida util (años)	10	hrs. De utilizacion (hrs/año)	4380
clase de costo	fórmula		calculo		costo S/h
depreciacion	$\frac{\text{valor de bus S/}}{\text{vida util (años)} * \text{hrs de utilizacion } (\frac{h}{\text{año}})}$		$\frac{S/.296240}{10 \text{ años} * 4380 \text{ hrs/año.}}$		6.76
produccion diaria (por bus)	1 vuelta = 263 soles, produccion liquida de un bus para la empresa, fuera de pago al conductor, cobrador, boletas y limpieza de bus. 1 vuelta = es rrecorrido en un maximo de 4 horas.		$\frac{1 \text{ vuelta} * S/.263.00}{1 \text{ vuelta} * 4 \text{ hrs.}}$		65.75
costo de local	$\frac{\text{espacio requerido (m}^2\text{)} * \text{costo de local } (\frac{S/* \text{ año}}{\text{m}^2})}{\text{horas de utilizacion } (\frac{\text{hrs}}{\text{año}})}$		$\frac{30.63 \text{ m}^2 * S/.14(\frac{\text{años}}{\text{m}^2})}{4380 \text{ hrs/años}}$		0.10
costo de energia	energia requerida (Kw/hrs) * tarifa de energia (s/kw)		no aplica		no aplica
mantenimiento	$\frac{\text{valor de bus} * \text{tasa de costo de mtto. } (\frac{\%}{\text{año}})}{100 * \text{hrs de utilizacion } (\frac{\text{hrs}}{\text{año}})}$		$\frac{S/.296240 * 10(\frac{\%}{\text{años}})}{100 * 4380 \text{ hrs/años}}$		0.068
costo hora maquina					72.68

Fuente: Elaboración propia.

Sueldo del personal. - En la tabla 15, se muestra la planilla de sueldos del personal técnico que trabaja directamente en el área de mantenimiento.

Tabla 15. Planilla del personal de mantenimiento.

RMV			SNP/ ONP	PRIMA	HORIZONTE	INTEGRA	PROFUTURO	ESSALUD		
930.00			13%	15.00%	16.00%	17.00%	18.00%	9%		
A. Familiar				2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	SCTR		
10%				3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	1.25%		

PLANILLA DE REMUNERACIONES

PERIODO: 2020 - I
RUC: 20252130501
DENOMINACIÓN O RAZÓN SOCIAL: Buena Estrella S.A.C.

ORDEN	CÓDIGO	APELLIDOS Y NOMBRES	CARGO U OCUPACIÓN	ASIGNACIÓN FAMILIAR	INGRESOS DEL TRABAJADOR			TOTAL REMUNERACIÓN BRUTA	SNP / ONP	AFP	
					SUELDO BÁSICO	ASIGNACIÓN FAMILIAR	OTROS				
01	45457414	JESUS PAREDES VERA	FACILITADOR	NO	S/. 1,200	-		1,200.00	NO	-	NO
02	45457415	MARIA DEL ROSARIO ARIAS TORRES	ADM/ALAMACEN	NO	S/. 1,200	-		1,200.00	NO	-	SI
03	45457416	LIZBETH PAREDES PAREDES	PRACTICANTE	NO	S/. 480	-		480.00	NO	-	NO
04	45457417	ELEODORO CISNEROS GOMES	MECANICO/JEFE DE TALLER	NO	S/. 2,500	-		2,500.00	SI	325.00	NO
05	45457418	WILMER YESQUEN SULLON	MECANICO	SI	S/. 1,500	93.00		1,593.00	SI	207.09	NO
06	45457419	FELIX CARDENAS LLAURI	FRENERO	NO	S/. 1,200	-		1,200.00	SI	156.00	NO
07	45457420	FELIX JAVILIANO CORDOVA	MECANICO	NO	S/. 1,500	-		1,500.00	SI	195.00	NO
08	45457421	ANDRES NOREÑA REYES	AUXILIAR	NO	S/. 1,200	-		1,200.00	SI	156.00	NO
09	45457422	CANO RAMIREZ JOSE	MECANICO	NO	S/. 1,500	-		1,500.00	SI	195.00	NO
10	45457423	VICTOR MORENO (AVIACION)	FRENERO	NO	S/. 1,200	-		1,200.00	SI	156.00	NO
11	45457424	RICHARD ROMERO MOSCOSO	ELECTRICISTA	SI	S/. 1,700	93.00		1,793.00	SI	233.09	NO
12	45457425	BECCERRA CASTREJON HAMBER	MECANICO	NO	S/. 1,200	-		1,200.00	SI	156.00	NO
13	45457426	YOELVIS JUNIOR ROJAS COBARRUBIA	MECANICO	NO	S/. 1,200	-		1,200.00	NO	-	NO
14	45457427	JAMES JOHN GUILLEN RUBINA	MECANICO	SI	S/. 2,300	93.00		2,393.00	SI	311.09	NO
15	45457428	KEVIN JAVILIANO QUIÑONES	PRACTICANTE	SI	S/. 480	93.00		573.00	NO	-	NO
TOTALES S/.					20,360.00	372.00	-	20,732.00		2,090.3	

Fuente: Elaboración propia.

Costo de parada de bus por fallas mecánicas

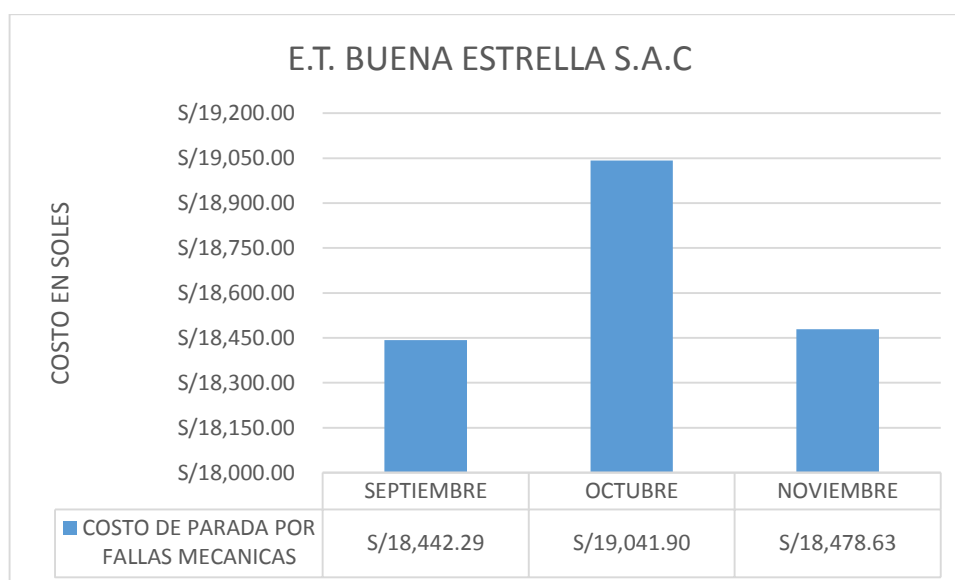
El costo de parada hallaremos de forma mensual con los datos del costo de hora maquina parada por el TTP (tiempo total de paradas), a continuación, se muestra los costos mensuales incurridos por paradas innecesarias antes de la implementación.

Tabla 16. Costo actual de paradas por mes.

ANTES DE LA IMPLEMENTACION					
DESCRIPCION	CANT.	MES	TTP	COSTO MAQUINA PARADA	COSTO TOTAL
ORDENES DE TRABAJO	22	DICIEMBRE	253.75	72.68	S/ 18,442.29
	22	ENERO	262	72.68	S/ 19,041.90
	22	FEBRERO	254.25	72.68	S/ 18,478.63

Fuente: Elaboración propia.

Figura 14. Producción actual del área de mantenimiento.



Fuente: Elaboración propia

La figura 17, se muestra un incremento de costos por paradas en el mes de octubre, esto quiere decir que en dicho mes hubo mayores averías o fallas mecánicas, para los otros meses los costos se mantienen, para el incremento de este costo intervienen varios factores, como: la mano de obra calificada, repuestos disponibles, y entre otros.

Problema actual de la empresa.

A continuación, se menciona en forma resumida los problemas ya anteriormente encontrados en la empresa de transportes BUENA ESTRELLA S.A.C.

- **No hay planificación de mantenimiento preventivo:** En el área de mantenimiento no se trabaja con reportes diarios de fallas en los buses, otorgado por el área de operaciones, solo se realizan trabajos correctivos, no se pone en práctica el plan de mantenimiento preventivo que ayude a mejorar la confiabilidad en los buses.
- **Falta de capacitación del personal:** El personal técnico no recibe capacitaciones en los diferentes sistemas de los buses, así mismo no se cuenta con la cantidad de personal necesario, generando un déficit en los avances de reparaciones, demoras excesivas por falta de personal.
- **Falta de repuestos:** La falta de planificación de los mantenimientos no permite mantener un stock de repuestos para reparación de los buses, no se tiene información del historial de los buses, así como las siguientes inspecciones o fechas de cambio, la falla de un bus y necesario cambio de repuesto, significa la prolongación del tiempo de parada del bus, sumándole a ello la deficiente gestión de compras.
- **No cuentan con MAPRO:** El área de mantenimiento, no cuenta con un manual de procesos para la atención de un bus que ingrese a taller, se ha podido identificar falta de comunicación, informaciones erróneas y falsos reportes; para la ejecución de las actividades es necesario un procedimiento con la finalidad de manejar la misma información y los mismos criterios.
- **Información insuficiente:** No se hacen registros detallados de mantenimientos o cambio de repuestos en los buses, no se registra con exactitud las fechas y km de cambios de repuestos, personal técnico no maneja formatos para actividades realizadas.
- **Poca duración de repuestos:** algunos de los repuestos utilizados no son originales debido a que el proveedor no cuenta con dicho producto en su stock, teniendo la necesidad de adquirir repuestos alternativos de los cuales se desconoce su vida útil.

Para dar solución a dichos problemas se llevará la implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) para incrementar la productividad del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C.

4.2. Propuesta de mejora

Para ejecutar la propuesta de mejora se ejecutó una reunión con el encargado de flota, jefe de taller, administración / almacén, técnico mecánico más antiguo y el investigador, con el fin de coordinar la propuesta de mejora a implementar dentro del área de mantenimiento de la empresa, con el objetivo de solucionar a los problemas antes mencionando que afectan directamente a la productividad de la empresa de transportes BUENA ESTRELLA S.A.C.

La propuesta de mejora es la implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), dicha metodología y pasos de aplicación fue extraído del libro “Ingeniería de mantenimiento. *Renovetec, 1era edición*. García Garrido, S. (2009).

GARCÍA GARRIDO, S. (2009). El principal objetivo de la implantación de un Mantenimiento Centrado en Fiabilidad o RCM, es aumentar la fiabilidad de la instalación, es decir, se trata de disminuir el tiempo de parada de planta por fallas imprevistas que impidan cumplir con los planes de producción, y al mismo tiempo reducir los costes de mantenimiento.

A lo largo del proceso de la implantación del RCM se deben responder necesariamente una serie de preguntas, estos son:

- ¿Cuáles son las funciones y los estándares de funcionamiento en cada sistema?
- ¿Cómo falla cada equipo?
- ¿Cuál es la causa de cada fallo?
- ¿Qué parámetros monitorizan o alertan de un fallo?
- ¿Qué consecuencias tiene cada fallo?
- ¿Cómo puede evitarse cada fallo?
- ¿Qué debe hacerse si no es posible evitar un fallo?

Las respuestas a estas preguntas para cada uno de los sistemas que componen la empresa, conducen a la determinación de los fallos potenciales, las causas de éstos y las medidas preventivas, quienes a su vez atraviesan una serie de fases durante el proceso de implementación.

Fase 1: Definición clara de lo que se pretende implantando RCM. Determinación de indicadores, y valoración de estos antes de iniciar el proceso.

Fase 2: Codificación y listado de todos los sistemas, subsistemas y equipos que componen la planta. Para ello es necesario recopilar esquemas, diagramas funcionales, diagramas lógicos, etc.

Fase 3: Estudio detallado del funcionamiento del sistema. Determinación de las especificaciones del sistema Listado de funciones primarias y secundarias del sistema en su conjunto. Listado de funciones principales y secundarias de cada subsistema.

Fase 4: Determinación de los fallos funcionales y fallos técnicos.

Fase 5: Determinación de los modos de fallo o causas de cada uno de los fallos encontrados en la fase anterior.

Fase 6: Estudio de las consecuencias de cada modo de fallo. Clasificación de los fallos en críticos, significativos, tolerables o insignificantes en función de esas consecuencias.

Fase 7: Determinación de medidas preventivas que eviten o atenúen los efectos de los fallos.

Fase 8: Agrupación de las medidas preventivas en sus diferentes categorías: Elaboración del Plan de Mantenimiento, lista de mejoras, planes de formación, procedimientos de operación y de mantenimiento, lista de repuesto que debe permanecer en stock y medidas provisionales a adoptar en caso de fallo.

Fase 9: Puesta en marcha de las medidas preventivas.

Fase 10: Evaluación de las medidas adoptadas, mediante la valoración de los indicadores seleccionados en la fase 1.

A continuación, se muestra el cronograma de acción de acuerdo a las 10 fases en que consiste el óptimo desarrollo del RCM.

Tabla17. Cronograma de acción para la implementación del RCM.

FASE	PLAN DE ACCION	RESPONSABLE	2020														
			Septiembre				Octubre				Noviembre						
			SEM.1	SEM.2	SEM.3	SEM.4	SEM.1	SEM.2	SEM.3	SEM.4	SEM.1	SEM.2	SEM.3	SEM.4			
Fase 1	Definición clara de lo que se pretende implantando RCM. Determinación de indicadores, y valoración de estos antes de iniciar el proceso.	Investigador / supervisor de flota	■														
Fase 2	Codificación y listado de todos los sistemas, subsistemas y equipos que componen la planta.	Jefe de taller		■													
Fase 3	Estudio detallado del funcionamiento del sistema.	Investigador			■												
Fase 4	Determinación de los fallos funcionales y fallos técnicos.	Investigador/ supervisor/jefe de				■											
Fase 5	Determinación de los modos de fallo o causas de cada uno de los fallos encontrados en la fase anterior.	Investigador					■	■									
Fase 6	Estudio de las consecuencias de cada modo de fallo.	Investigador						■	■								
Fase 7	Determinación de medidas preventivas que eviten o atenúen los efectos de los fallos	Investigador/ supervisor/jefe de									■						
Fase 8	Agrupación de las medidas preventivas en sus diferentes categorías	Investigador										■					
Fase 9	Puesta en marcha de las medidas preventivas.	Todo el personal del área de mantenimiento											■	■			
Fase 10	Evaluación de las medidas adoptadas, mediante la valoración de los indicadores seleccionados en la fase 1.	Investigador / supervisor de flota															■

Fuente: Elaboración propia

4.3. Ejecución de la propuesta

Como primer paso para la ejecución del plan RCM, se realizó una segunda reunión con los encargados del área de mantenimiento, en ellos se dio solución en forma generalizada a las siete (7) preguntas del plan RCM, también se coordinó los tiempos de ejecución de cada fase y los encargados de dicha ejecución.

Fase 1:

Definición clara de lo que se pretende implantando RCM. Determinación de indicadores, y valoración de estos antes de iniciar el proceso.

En esta primera etapa se define los problemas actuales de la empresa los cuales deben ser solucionados efectivamente con la aplicación de la metodología RCM, lo cual se muestra a continuación:

Tabla 183 Definición de los objetivos RCM.

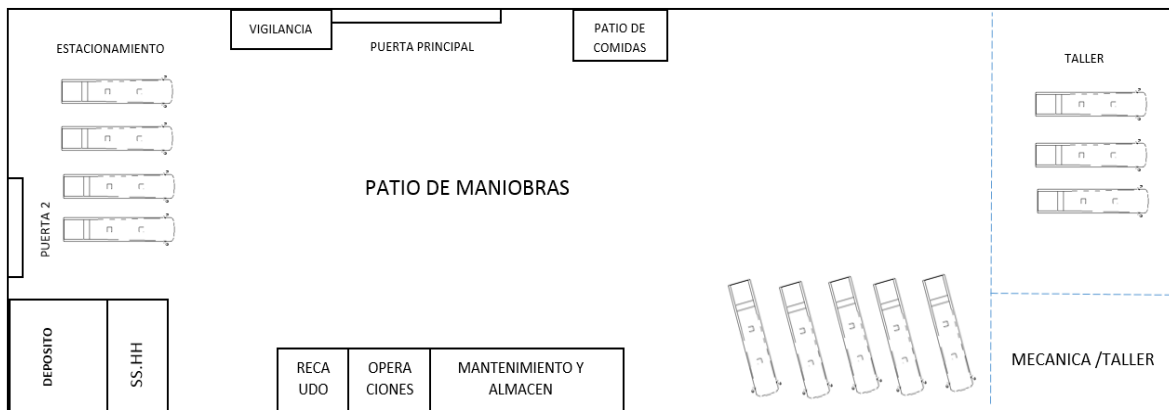
Ítem	Problema	objetivo del RCM	indicadores
1	No hay planificación de mantenimiento preventivo	Crear un programa de mantenimiento preventivo	Incrementar la confiabilidad a un 80%
2	Falta de capacitación del personal	Crear programas de capacitación.	Incrementar la mantenibilidad a un 70%
3	Falta de repuesto	Crear información histórica de los buses, mantener un stock de repuestos.	Incrementar la disponibilidad a un 85%
4	No cuenta con MAPRO	crear un sistema de procesos de los trabajos dentro del área de mantenimiento	Incrementar la mantenibilidad a un 70%
5	Información insuficiente	Realizar registros de los trabajos realizados	Incrementar la mantenibilidad a un 70%
6	Poca duración de repuestos	Buscar proveedores confiables	Incrementar la confiabilidad a un 80%

Fuente: Elaboración propia

Fase 2: Codificación y listado de todos los sistemas, subsistemas y equipos que componen la planta. Para ello es necesario recopilar esquemas, diagramas funcionales, diagramas lógicos, etc.

En esta etapa de la implementación se realiza un listado de todos los equipos más usados que contiene el área de mantenimiento, y el reconocimiento de la distribución del área de trabajo de la empresa.

Figura 15. Layout del área de mantenimiento.



Fuente: Elaboración propia








Figura 16. Foto del área de mantenimiento.



Fuente: Elaboración propia.

Lista de equipos del área de mantenimiento

Tabla 19 equipos del taller.

Item	Equipos	Cant.	Estado	Antigüedad	Imagen
1	Gato hidráulico tipo carretilla	3	Operativo	7 años	
2	Elevador hidráulico	1	Operativo	7 años	
3	compresora	1	Operativo	9 años	
4	Gato hidráulico tipo botella	5	4 operativo, 1 averiado	6 años	
5	Prensa hidráulica	1	Operativo	9 años	
6	Escáner digital	1	Operativo	3 años	
7	Multímetro digital	2	1 operativo, 1 averiado.	3 años	

Fuente: Elaboración propia

Fase 3: Estudio detallado del funcionamiento del sistema. Determinación de las especificaciones del sistema, Listado de funciones primarias y secundarias del sistema en su conjunto. Listado de funciones principales y secundarias de cada subsistema.

A continuación, se detalla el funcionamiento de cada equipo y puesto del área de mantenimiento de la empresa caso de estudio.

Tabla 20. Función de cada equipo del área de mantenimiento.

ÍTEM	EQUIPOS	FUNCIONAMIENTO
1	Gato hidráulico tipo carretilla	Levantar el vehículo para los trabajos mecánicos.
2	Elevador hidráulico	Utilizados para extraer el motor del bus en reparación.
3	Compresora	Generar el aire comprimido necesario para el uso de herramientas neumáticas y limpieza por aire.
4	Gato hidráulico tipo botella	Utilizado para levantar las llantas de los buses para su cambio o trabajos de frenos.
5	Prensa hidráulica	Se realizan trabajo de embocinados, cambio de rodajes, articulaciones, y todo tipo de compresión.
6	Escáner digital	Se utiliza para diagnosticar las fallas electrónicas, específicamente las almacenadas en la computadora del vehículo. Esta última se encarga de regular las funciones del motor a través de distintos sensores y registra todos los errores con un código las cuales deben ser leídos por el escáner.
7	Multímetro digital	Medir diferentes magnitudes eléctricas que son parte de un circuito, como corrientes, potencias, resistencias, capacidades, entre otras. En la empresa se utiliza para medir las corrientes continuas y las cargas de la batería.

Fuente: Elaboración propia.

En la actualidad la empresa cuenta con dos (2) puesto que trabaja directamente con el área de mantenimiento.

Tabla 21. Sub áreas del área de mantenimiento.

ÍTEM	PUESTOS O SUB-AREAS	FUNCIONAMIENTO
1	Mecánica	<p>Encargados de hacer el mantenimiento de equipos y buses de la empresa, ejecutando las tareas de ajuste, instalación, inspección, acondicionamiento y reparación.</p> <p>Ejecutan revisiones sistemáticas y asistemáticas para encontrar e identificar fallas y anomalías en el funcionamiento y emplean las acciones correctivas oportunas o la reparación e inspección para poner en marcha la flota vehicular.</p>
2	Almacén de repuestos /adm.	<p>Encargados de los trabajos de control y registro de las entradas y salidas de repuestos, equipos, productos, herramientas, materiales y otros elementos propiedad de la empresa.</p> <p>También es responsable de certificar y gestionar la documentación para el reabastecimiento adecuado y oportuno en el almacén.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Fase 4: Determinación de los fallos funcionales y fallos técnicos.

En esta fase se define las fallas que se producen en los equipos y puestos del área de mantenimiento de la empresa.

Tabla 22. Fallo funcional y técnico de los equipos.

ÍTEM	EQUIPOS	FALLO FUNCIONAL	FALLO TECNICO
1	Gato hidráulico tipo carretilla	No levantar un vehículo.	Atrasar trabajo de cambio de llantas o de frenos
2	Elevador hidráulico	No levantar el motor para su desmontaje o montaje.	Demorar el montaje y/o desmontaje del motor en la reparación de buses.
3	compresora	No generar aire comprimido o generar aire con poca fuerza.	Generar demoras en todos los trabajos mecánicos que necesiten aire comprimido.
4	Gato hidráulico tipo botella	No levantar los buses para los trabajos requeridos según su avería.	Atrasar y generar demora en la reparación y regulación del sistema de frenos.
5	Prensa hidráulica	No crear la fuerza suficiente para la compresión de componentes que requieran.	Demora en los trabajos de embocinados y cambio de rodajes.
6	Escáner digital	No detectar fallas electrónicas o generar datos erróneos.	Demora en la detección de fallas eléctricas de los buses, o enviar a terceros los problemas electrónicos.
7	Multímetro digital	Generar datos erróneos, equipo dañado.	Demora en el mantenimiento y reparación de equipos eléctricos o trabajos de electricidad.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43. Fallo funcional y técnico de las sub-áreas.

ÍTEM	PUESTOS O SUB-AREAS	FALLO FUNCIONAL	FALLO TECNICO
1	Mecánica	Baja productividad, clientes (conductores) insatisfechos, dueño de la empresa insatisfecho, mayores costos, incapacidad para realizar trabajos de mecánica automotriz, falta de organización.	Paradas de buses en ruta por fallos mecánicos, falta de disponibilidad de buses, demora en la reparación de motores, no se da solución eficaz a los problemas mecánicos, tercerizar los fallos mecánicos, fallas por falta de mantenimiento preventivo, paradas innecesarias.
2	Almacén de repuestos /adm.	No hay stock de repuestos, incrementos de costos, repuestos de mala calidad, falta de control en las entradas y salidas de equipos, herramientas y repuestos, falta de espacio para repuestos, mala organización.	No presentan ningún indicador, no existe mantenibilidad, problema de inventario, caducidad o obsolescencia, inventario desactualizado, demora en los pedidos de repuestos.

Fuente: Elaboración propia.

Fase 5: Determinación de los modos de fallo o causas de cada uno de los fallos encontrados en la fase anterior.

En esta etapa se procede a determinar las diferentes causas que producen las fallas de los equipos y sub-áreas del área de mantenimiento de la empresa.

Tabla 54. Causas de fallas de los equipos.

ÍTEM	EQUIPOS	CAUSAS DE LA FALLA.
1	Gato hidráulico tipo carretilla	-Falta de mantenimiento -Equipo muy antiguo -Uso inadecuado.
2	Elevador hidráulico	-Falta de mantenimiento -Equipo muy antiguo -Mal uso del equipo.
3	Compresora	-Falta de mantenimiento -Equipo muy antiguo -Mal uso del equipo.
4	Gato hidráulico tipo botella	-Falta de mantenimiento
5	Prensa hidráulica	-Falta de mantenimiento -Equipo muy antiguo
6	Escáner digital	-Uso inadecuado. -Equipo de mala marca. -mala conexión
7	Multímetro digital	-Antigüedad del equipo -Equipo dañado.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 65. Causas de fallas de las sub-áreas.

ÍTEM	PUESTOS O SUB-AREAS	CAUSAS DE LA FALLA
1	Mecánica	<ul style="list-style-type: none"> -Persona no capacitado. -No se realizan mantenimiento preventivo planificado. -No cuenta con la cantidad de personal necesario. -No se tiene historial de fallas. -No cuenta con manual de procedimiento para los trabajos mecánicos. -No hay registro adecuado de entrada y salidas de buses al taller mecánico. -No se lleva el registro de los km y cambio de repuestos. -Mala organización del personal. -No se genera ordenes de trabajo adecuadas.
2	Almacén de repuestos /adm.	<ul style="list-style-type: none"> -No se utiliza programas o control de inventario. -No hay un adecuado registro de entra y salidas de repuestos. -No tiene la programación adecuada de los mantenimientos preventivos para mantener el stock de repuestos. -Falta de organización. -Falta de espacio. -Falta de capacitación. -Personal no capacitado.

Fuente: Elaboración propia.

Fase 6: Estudio de las consecuencias de cada modo de fallo. Clasificación de los fallos en críticos, significativos, tolerables o insignificantes en función de esas consecuencias.

En esta etapa se clasificará la criticidad de los fallos de los equipos y sub-áreas del área de mantenimiento.

Clasificación:

- C = crítico
- S = significativo
- I = insignificante.

Tabla 76. Criticidad de las causas de fallas de los equipos.

ÍTEM	EQUIPOS	CAUSAS DE LA FALLA.	CRITICIDAD		
			C	S	I
1	Gato hidráulico tipo carretilla	-Falta de mantenimiento -Equipo muy antiguo -Uso inadecuado.		X	
2	Elevador hidráulico	-Falta de mantenimiento -Equipo muy antiguo -Mal uso del equipo.		X	
3	Compresora	-Falta de mantenimiento -Equipo muy antiguo -Mal uso del equipo.		X	
4	Gato hidráulico tipo botella	-Falta de mantenimiento		X	
5	Prensa hidráulica	-Falta de mantenimiento -Equipo muy antiguo		X	
6	Escáner digital	-Uso inadecuado. -Equipo de mala marca. -Mala conexión		X	
7	Multímetro digital	-Antigüedad del equipo -Equipo dañado.		X	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 87. Criticidad de las causas de fallas las sub-áreas.

ÍTEM	PUESTOS O SUB- AREAS	CAUSAS DE LA FALLA	CRITICIDAD		
			C	S	I
1	Mecánica	<ul style="list-style-type: none"> -Persona no capacitado. -No se realizan mantenimiento preventivo planificado. -No cuenta con la cantidad de personal necesario. -No se tiene historial de fallas. -No cuenta con manual de procedimiento para los trabajos mecánicos. -No hay registro adecuado de entrada y salidas de buses al taller mecánico. -No se lleva el registro de los km y cambio de repuestos. -Mala organización del personal. -Ordenes de trabajo inadecuados. 	X		
2	Almacén de repuestos /adm.	<ul style="list-style-type: none"> -No se utiliza programas o control de inventario. -No hay un adecuado registro de entra y salidas de repuestos. -No tiene la programación adecuada de los mantenimientos preventivos para mantener el stock de repuestos. -Falta de organización. -Falta de espacio. -Falta de capacitación. -Personal no capacitado. 	X		

Fuente: Elaboración propia.

Fase 7: Determinación de medidas preventivas que eviten o atenúen los efectos de los fallos de los equipos y sub-áreas del área de mantenimiento.

Tabla 98. Medidas preventivas de las fallas de equipos.

ÍTEM	EQUIPOS	CAUSAS DE LA FALLA.	MEDIDAS PREVENTIVAS
1	Gato hidráulico tipo carretilla	-Falta de mantenimiento -Equipo muy antiguo -Uso inadecuado.	-Planificar mantenimiento. -Cambio de componentes reemplazables.
2	Elevador hidráulico	-Falta de mantenimiento -Equipo muy antiguo -Mal uso del equipo.	-Planificar mantenimiento. -Cambio de componentes reemplazables.
3	compresora	-Falta de mantenimiento -Equipo muy antiguo -Mal uso del equipo.	-Planificar mantenimiento. -Cambio de componentes reemplazables.
4	Gato hidráulico tipo botella	-Falta de mantenimiento	-Planificar mantenimiento. -Cambio de componentes reemplazables.
5	Prensa hidráulica	-Falta de mantenimiento -Equipo muy antiguo	-Planificar mantenimiento. -Cambio de componentes reemplazables.
6	Escáner digital	-Uso inadecuado. -Equipo de mala marca. -Mala conexión	-Programa calibración del dispositivo. -Capacitación para el uso adecuado.
7	Multímetro digital	-Antigüedad del equipo -Equipo dañado.	-Capacitación para el uso adecuado.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 109. Medidas preventivas de las fallas de sub-áreas.

ÍTEM	SUB-AREAS	CAUSAS DE LA FALLA	MEDIDAS PREVENTIVAS
1	Mecánica	<ul style="list-style-type: none"> -Persona no capacitado. -No se realizan mantenimiento preventivo planificado. -No cuenta con la cantidad de personal necesario. -No se tiene historial de fallas. -No cuenta con manual de procedimiento para los trabajos mecánicos. -No hay registro adecuado de entrada y salidas de buses al taller mecánico. -No se lleva el registro de los km y cambio de repuestos. -Mala organización del personal. -No se genera órdenes de trabajo adecuadas 	<ul style="list-style-type: none"> -Capacitación al personal. -Crear cronograma de mantenimiento preventivo. -Contratar más técnico calificados. -Crear registros históricos de los buses. -Crear una estructura o manual de procedimiento de trabajos mecánicos. -Crear un registro y/o control de la entrada y salida de buses al taller. -Reorganizar el equipo de trabajo, charla sobre las funciones de cada equipo de trabajo. -Generar órdenes de trabajo y chek list de cada bus.
2	Almacén de repuestos /adm.	<ul style="list-style-type: none"> -No se utiliza programas o control de inventario. -No hay un adecuado registro de entra y salidas de repuestos. -No tiene la programación adecuada de los mantenimientos preventivos para mantener el stock de repuestos. -Falta de organización. -Falta de espacio. -Falta de capacitación. -Personal no capacitado. 	<ul style="list-style-type: none"> -Contratar o crear programa de control de inventario. -Crear registro de las entradas y salidas de repuestos -Contar con la programación de los mantenimientos preventivos. -Capacitar al personal encargado del almacén. -Organizar el taller.

Fuente: Elaboración propia.

Fase 8: Agrupación de las medidas preventivas en sus diferentes categorías: Elaboración del Plan de Mantenimiento, lista de mejoras, planes de formación, procedimientos de operación y de mantenimiento, lista de repuesto que debe permanecer en stock y medidas provisionales a adoptar en caso de fallo.

Siguiendo las fases de la metodología RCM, a continuación, se presenta los formatos de las medidas preventivas.

Formato de Actividades diarias de mantenimiento para los buses.

Objetivo: mantener con los niveles óptimos de líquidos, aceites, etc. a la flota de buses a la vez informar diariamente de algún problema predictivo.

Figura 17. Formato de actividades diarias.


PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
BUS	N° PADRON		ENCARGADO		
	PLACA		FECHA		
TIPO DE MANTENIMIENTO		ACTIVIDADES DIARIAS DE MANTENIMIENTO			
CODIGO	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	OBSERVACIONES	CHECK-LIST	
001	Compruebe el nivel del refrigerante del radiador.	DIARIO		<input checked="" type="checkbox"/>	
002	Compruebe el nivel de aceite del cárter del motor.	DIARIO		<input checked="" type="checkbox"/>	
003	Compruebe el nivel del fluido hidráulico.	DIARIO		<input checked="" type="checkbox"/>	
004	Compruebe las presiones de las llantas y mire si tiene daño.	DIARIO		<input checked="" type="checkbox"/>	
005	Examine la tensión de la correa y el ajuste si es necesario.	DIARIO		<input checked="" type="checkbox"/>	
006	Compruebe los frenos y de parqueo.	DIARIO		<input checked="" type="checkbox"/>	
007	Inspeccione las conexiones y ducto de filtro de aire.	2 DIAS		<input checked="" type="checkbox"/>	
008	Inspeccione y limpie filtro del sistema de combustible.	2 DIAS		<input checked="" type="checkbox"/>	
009	Inspeccione y limpie filtro de aire.	DIARIO		<input checked="" type="checkbox"/>	
0010	Compruebe el funcionamiento de la luces de alumbrado.	DIARIO		<input checked="" type="checkbox"/>	
0011	Revise el sistema de dirección.	5 DIAS		<input checked="" type="checkbox"/>	

Fuente: Elaboración propia.

Formato de mantenimiento 20K de los buses.

Objetivo: llamaremos mantenimiento 20K, al mantenimiento preventivo con frecuencia de cada 20000 kilómetros, el cual consiste en el cambio periódico de aceite y componentes y otros fluidos, según el manual de fabricante.

Figura 18. Formato de mantenimiento preventivo.


PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO									
BUS	N° PADRON			ENCARGADO					
	PLACA			FECHA					
MOTOR									
ítem	actividades	frecuencia (KM)	TIPO DE SERVICIO	materiales	marca	codigo	cantidad	tiempo empleado (min)	ejecucion (SI o NO)
1	filtro de aire primario/secundario	20000	cambio						
2	filtro de aceite	20000	cambio						
3	aceite de motor (GL)	20000	cambio			SAE 15w40			
4	filtro GNV alta presión	20000	cambio						
5	filtro GNV baja presión	20000	cambio						
6	bujias	20000	cambio						
7	termostato	20000	cambio						
8	refrigerante (GL)	20000	cambio						
9	calibracion valvulas de motor (min)	40000	ajuste						
10	ajuste tapa de balancines (min)	40000	ajuste						
TRANSMISION									
1	Aceite de caja de cambios (GL)	40000	cambio			DAF 80W90			
2	liquido de embriague (GL)	80000	cambio						
3	grasa de retardador (Kg)	20000	engrase						
4	engrase puntos generales (Kg)	20000	engrase						
5	engrase de rodamientos (Kg)	40000	engrase						
6	ajuste de embrague (min)	20000	ajuste						
7	Aceite de corona (GL)	60000	cambio			DAF 90W140			
CHASISS									
1	liquido de direccion (GL)	80000	cambio						
2	flitro de direccion	80000	cambio						
3	filtro de secador de aire	40000	cambio						
4	mantenimiento arrancador (min)	120000	ajuste						
5	mantenimiento alternador (min)	80000	ajuste						
OBSERVACIONES:									

Fuente: Elaboración propia.

Orden de trabajo para el mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo consiste en la reparación una vez sucedido la falla, es decir, se usará este formato de orden de trabajo para realizar la reparación de los buses.

Figura 19. Formato de mantenimiento correctivo.

PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO							
BUS	N° PADRON		ENCARGADO				
	PLACA		KILOMETRAJE	FECHA			
TIPO DE MANTENIMIENTO: MANTENIMIENTO CORRECTIVO							
actividades			DAÑO MECANICO	DAÑO ELECTRICO			
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----							
			OTRO:				
			REPUESTOS:				
			-----	-----			
			-----	-----			
			-----	-----			
OBSERVACIONES:							
EJECUTADO POR:			ENTREGADO A:			TIEMPO EMPLEADO	
-----			-----				

Fuente: Elaboración propia.

Registro vehicular de las entradas y salidas de buses del taller mecánico.

Figura 20. Formato de registro vehicular.

REGISTRO DE ENTRA Y SALIDA DE BUSES PARA MANTENIMIENTO							
ENCARGADO				FECHA			
N° PADRON	PLACA	MOTIVO	KILOMETRAJE	COMBUSTIBLE	HORA DE ENTRADA	HORA DE SALIDA	TIEMPO DE PARADA POR MANTENIMIENTO

Fuente: Elaboración propia.

Plan de programación de los mantenimientos preventivos.

La programación de los mantenimientos se realizará a partir de los registros de kilometraje de cada bus actualizado diariamente en el área de operaciones, desde allí se irá calculando la periodicidad de mantenimiento, para la orden de trabajo se empleará el formato ya presentado (formato de mantenimiento preventivo) con el cual también se actualizará el plan de programación y datos históricos para conocer los indicadores del plan RCM.

Programa de control de mantenimiento preventivo y correctivo

Figura 21. Programa de mantenimiento preventivo.



PROGRAMACION DE MANTENIMIENTO

DATOS DE LA UNIDAD:

Unidad:	17045	Marca:	YUTONG	Km Actual:	294730
Placa:	F1U-946	N° de Motor:	G3EYDC00056	N° Chasis:	LZYTAGD98D1001588

MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

Km Recorrido del Aceite:	17001	SOAT:	0/01/1900	Rev. Técnica:	31/01/2021
Fecha (dd/mm/aaaa):	12/01/2021				

TREN MOTRIZ: YUTONG

ACEITE DE MOTOR	26993	10	BUJIAS	30789	60	REP. PINES Y BOCINAS	294730	120
FILTRO DE AIRE	294730	20	CALIBRACION DE BALANCINES	7572	60	EMPAQUE DE CULATIN	294730	120
F.GAS PRIMARIO Y SECUND.	294730	20	ACEITE DE CORONA	294730	60	BOMBA REFRIGERANTE	294730	120
REP.caja de direccion	294730	30/Inspeccion	SOPORTE DE CARDAN	294730	60	REP. DE ALTERNADOR	294730	120
CABLES DE BUJIAS	30789	30	KIT DE EMBRAGUE	294730	80	C. TERMOSTATO	294730	120

INOPERATIVO

17019	#¡NUM!
17042	#¡NUM!

Fuente: Elaboración propia

Control de inventario del almacén de repuestos

A continuación, se muestra un ejemplo del formato a aplicar para el control de las existencias, entradas y salidas de repuesto al almacén del área de mantenimiento de la empresa.

Figura 22. Formato de entrada de materiales al almacén.

CONTROL DE INVENTARIOS							
ENTRADAS							
PROVEEDOR	Nº FACTURA	FECHA	CÓDIGO PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
REPUESTOS SILVA S.A.C	34	2/03/2021	AN001	ACEITE DE MOTOR	10		20
LUBRICENTROS LIMA S.A.C		20/02/2021	AN002	FILTROS ACEITE	5		45
DIESEL LAB S.A.C		10702/2021	AN003	FILTRO DE COMBUSTIBLE	8		40

Fuente: Elaboración propia.

Figura 23. Formato de salidas de materiales del almacén.

CONTROL DE INVENTARIOS					
SALIDAS					
FECHA	CÓDIGO PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	ENTREGADO A	
30/02/2021	AN001	ACEITE DE MOTOR		20 TEC. FELIX ESTRADA	

Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Formato de stock de materiales del almacén.

CONTROL DE INVENTARIOS					
INVENTARIO DE PRODUCTOS					
CÓDIGO PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	EXISTENCIAS INICIALES	ENTRADAS	SALIDAS	STOCK
AN001	ACEITE DE MOTOR	50	10	20	40
AN002	FILTROS ACEITE				
AN003	FLITRO DE COMBUSTIBLE				
AN004	FLITROS DE AIRE				
PU001	ACEITE DE CAJA				
PU002	ACEITE DE DIRECCION				
PU003	REFRIGERENTES				
PU004	FOCOS DE FAROS DELANTERO				
PE001	ZAPATAS				
PE002	LIQUIDO DE FRENOZ				
PE003	TRAPECIOS				
PE004	FAROS DELANTEROS				
AN005	FAROS POSTERIORES				
AN006	PERNOS 10"				
AN007	TUERCAS 10"				
AN008	CINTAS AISLANTES				

Fuente: Elaboración propia.

Formato de orden de compra

Figura 25. Formato de orden de compra.

ORDEN DE COMPRA				
Fecha:	<u>2/03/2021</u>	Número de Orden de Compra:	<u>2019-0007</u>	
Razón Social:	<u>MOTORED</u>			
Domicilio:	<u>Av. Via Evitamiento 1980-Urb. Industrial Sta Rosa-Ate</u>			
Ciudad :	<u>Lima</u>			
Teléfono:	<u>945-099-352</u>	Email:	<u>martin.damian@motored.com.pe</u>	
Contacto:	<u>Martin Damian Castillo</u>			
Cantidad	Código	Artículo	Precio	
			Unitario sin IG	Total
5		COOLANT- TRP HD 50/50	S/ 403.54	\$ 2,380.89
Forma de pag Factura 60 días			Subtotal	\$ 2,017.70
			IGV (18%)	\$ 363.19
			Total	\$ 2,380.89
Moneda:	DÓLARES AMERICANOS			
Persona que /	Karina Quintana Basauri			
Email del soli	kquintana@be.com.pe			
Empresa a fa	Buena Estrella SAC			
RUC	20252130501			
Dirección	Av. Aviación 1180 La Victoria			
Dirección de de	Terminal Las Conchita:3 CILINDROS			
	Av. Aviación 1180 La V 2 CILINDROS			
			----- karina Quintana Basauri DNI 43298981	

Fuente: Elaboración propia.

Cronograma de capacitación del personal técnico.

Para la realización de las capacitaciones se contratarán personal capacitado en los temas requeridos, y realización única en los días pre programados. También se incluye una capacitación extra a los conductores de los buses con el objetivo de disminuir el mal manejo de los buses.

Figura 26. Cronograma de capacitación.

CRONOGRAMA DE CAPACITACION							
ENCARGADO				FECHA			
fecha	tema	lugar	dirigido a	expositor	duracion	extras	costo
31-Oct-20	un técnico eficaz	patio del taller	personal técnico	Ing. Luis zavala (Ing. Mantenimiento)	3 horas	bebidas, bocaditos, materiales, didacticos, refrigerio.	S/ 120.00
3-Nov-20	almacen moderno	almacen	personal del almacen	Ing. Joses Sosa (Ing. Industrial)	3 horas		S/ 150.00
5-Nov-20	seguridad e higene industrial	patio del taller	personal técnico	Ing. Nestor Mendoza (ing. Seguridad y salud	3 horas		S/ 130.00
12-nov-202	el arte de conducir	patio de la cochera	conductores	Tec. Nicolas Soto (mecanico automotriz)	2		S/ 180.00
NOTA: como manera de union y superacion personal se implantara una charla denominada 30M, el cual consistirá en incrementar el potencial de cada trabajador con temas como liderazgo, trabajo en equipo, quien soy yo, cual es mi propósito entre otros temas de superación personal, también temas técnicos o novedades del área automotriz, la duracion será de 30 minutos, al inicio del trabajo diario es decir de las 8:00 am a 8:30 am. (L a S)							S/ 120.00
							total S/ 700.00


Fuente: Elaboración propia.

Fase 9: Puesta en marcha de las medidas preventivas.

Siguiendo el cronograma de acción del plan RCM, se pone en marcha las medidas preventivas del 30 de octubre al 8 de noviembre del 2020, días claves para las capacitaciones, adquisición de algún equipo u herramienta defectuoso, entrega y recomendaciones de los formatos creados y charlas al personal en general con el objetivo de cumplir las metas de la metodología RCM.

A continuación, se muestra el cronograma de puesta en marcha de las medidas preventivas previamente estudiadas.

Figura 27. Cronograma de la puesta en marcha de las medidas preventivas.

CRONOGRAMA DE PUESTA EN MARCHA DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS									
ENCARGADO					FECHA				
Nov-20									
DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	DIA 8	DIA 9	DIA 10
VIERNES 30	SABADO 31	DOMINGO 1	LUNES 2	MARTES 3	MIÉRCOLES 4	JUEVES 5	VIERNES 6	SÁBADO 7	DOMINGO 8
reunion con los encargados del area de mtto. (4pm - 5pm)	capacitacion del personal tecnico (09 am - 12 m)		charla informativa 30M (8:00 am - 8:30 am)	motivacional 30M (8:00 am - 8:30 am)	charla informativa 30M (8:00 am - 8:30 am)	motivacional 30M (8:00 am - 8:30 am)	charla informativa 30M (8:00 am - 8:30 am)	compartir 30M (8:00 am - 8:30 am)	
			entrega y recomendaciones de llenado de formatos en la entrada y salida de buses (puerta) (8:45 am)	capacitacion del personal de almacen (09 am - 12 m)	organizar el area de trabajo de mantenimiento de buses (9am - 12m)	capacitacion del personal tecnico (09 am - 12 m)	compra de equipos y herramientas necesarios (9am - 12m)	limpieza y trapiado general de las instalaciones (9am a 12m)	
			organizar el almacen de repuestos (9:00 am - 12m)	actualizacion de programa de salida y entradas de repuestos (2pm - 4pm)	verificar estado de equipos y herramientas del area de mantenimiento (2pm - 4pm)	seguimiento del uso adecuado de los formatos y ordenes de trabajo (2pm - 4pm)	reunion con los encargados del area de mtto. (4pm - 5pm)	salida 12:00m	
			salida 5pm	salida 5pm	salida 5pm	salida 5pm	salida 5pm		

Fuente: Elaboración propia

Seguido de la culminación del cronograma de puesta en marcha de las medidas preventivas se establecerá como parte del inicio de trabajo diario una charla breve denominado 30M, el cual consistirá en incrementar el potencial de cada trabajador con temas como liderazgo, trabajo en equipo, quien soy yo, cual es mi propósito entre otros temas de superación personal, también temas técnicos o novedades del área automotriz.

Limpeza del taller

Figura 28. Limpieza del taller.



Fuente: Elaboración propia.

Capacitación al personal de mantenimiento.

Figura 29. Capacitación del personal de mantenimiento.



Fuente: Elaboración propia.

Fase 10: Evaluación de las medidas adoptadas.

Una vez implementado las medidas preventivas se hará seguimiento continuo en la realización óptimo de cada proceso de trabajo innovado, luego de esto se tomarán datos de los registros brindados para calcular los indicadores que contempla la metodología RCM.

A continuación, se muestra los resultados de las medidas preventivas aplicadas.

Tabla 30. Resultados de las medidas preventivas.

ÍTEM	PROBLEMA	OBJETIVO DEL RCM	RESULTADOS
1	No hay planificación de mantenimiento preventivo	Crear un programa de mantenimiento preventivo	Cuenta con un programa planificado.
3	Falta de repuesto	Crear información histórica de los buses, mantener un stock de repuestos.	Se cuentan con registros tanto en el área de mantenimiento y almacén.
4	No cuenta con MAPRO	Crear un sistema de procesos de los trabajos dentro del área de mantenimiento	Cuenta con formatos de proceso de mantenimiento preventivo y correctivo.
5	Información insuficiente	realizar registros de los trabajos realizados	Cuenta con formato de órdenes de trabajo

Fuente: Elaboración propia.

En conclusión, se cumplió satisfactoriamente los objetivos trazados al inicio de la implantación de la metodología RCM, en los capítulos siguientes se analizarán a más detalles los resultados obtenidos.

4.4. Resultados de la implementación

A continuación, se muestran los resultados obtenidos después de implementar la metodología RCM.

Variable Independiente:

Mantenimiento centrado en la confiabilidad

INDICADORES:

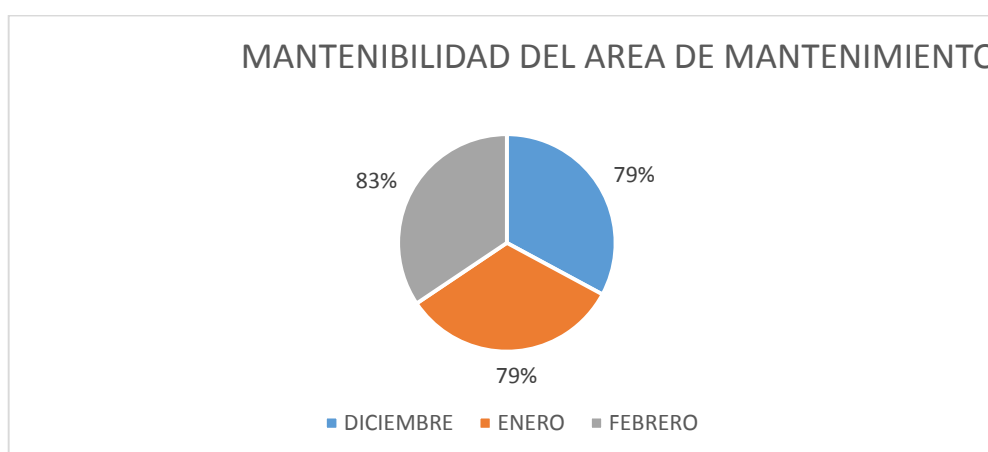
Mantenibilidad.

Tabla 111. La Mantenibilidad después de la implementación.

AÑO	MES	TTR	TIP	MANTENIBILIDAD
2020	DICIEMBRE	4.00	5.05	79%
2021	ENERO	4.02	5.09	79%
	FEBRERO	3.91	4.72	83%

Fuente: Elaboración propia

Figura 30. La Mantenibilidad después de la implementación.



Fuente: Elaboración propia.

La figura 33, indica que el área de mantenimiento ha tenido un 79%, 79% y 83% (diciembre, enero, febrero) de capacidad para realizar óptimos trabajos de

mantenimiento preventivo y correctivo a los buses de la empresa con determinadas condiciones y haciendo uso de procedimientos y recursos establecidos

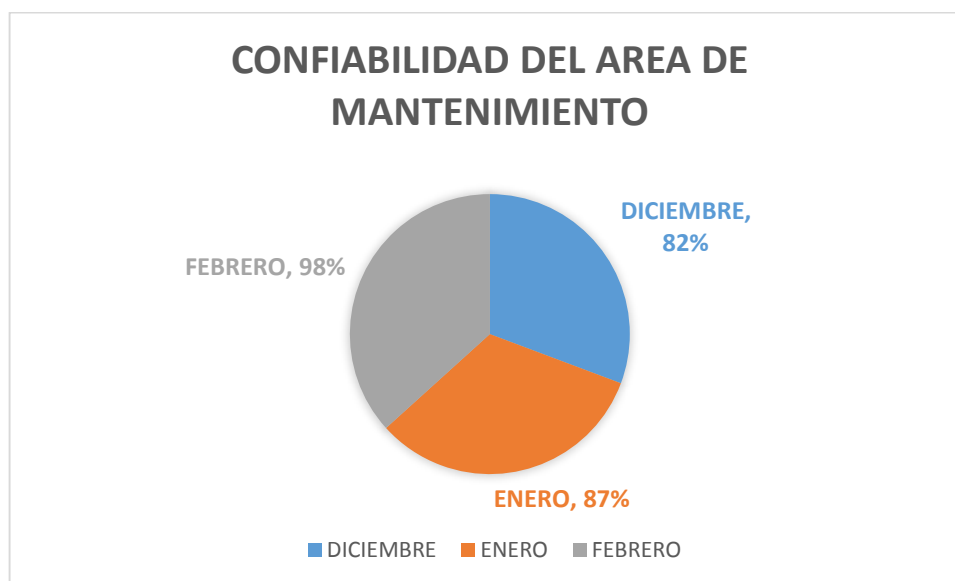
Confiabilidad:

Tabla 122. La confiabilidad después de la implementación.

AÑO	MES	TTT	TTP	TIP	CONFIABILIDAD
2020	DICIEMBRE	9.42	5.26	5.05	82%
2021	ENERO	9.68	5.26	5.09	87%
	FEBRERO	9.72	5.10	4.72	98%

Fuente: Elaboración propia

Figura 31. La confiabilidad después de la implementación.



Fuente: elaboración propia

Este indicador nos dice que la probabilidad de que los buses puedan funcionar correctamente sin fallas o averías mecánicas es de 82% para diciembre, 87% para enero y 98% para febrero, estos altos porcentajes indican que el área de mantenimiento es confiable para realizar los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo.

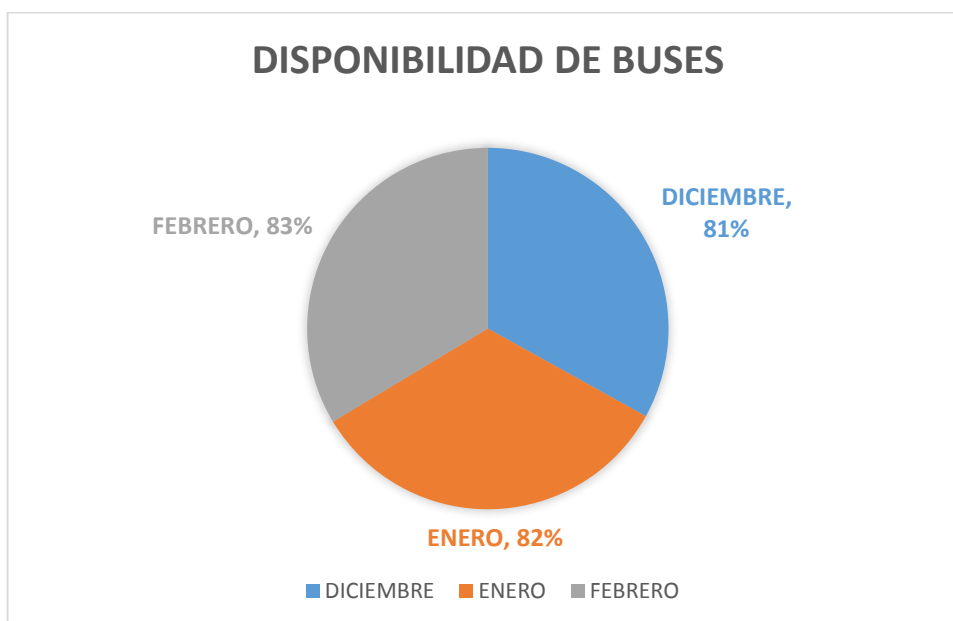
Disponibilidad:

Tabla 133. La disponibilidad después de la implementación.

AÑO	MES	MTB	MTTR	DIPONIBILIDAD
2020	DICIEMBRE	11.07	2.05	81%
2021	ENERO	10.93	1.96	82%
	FEBRERO	11.07	1.90	83%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 32. La disponibilidad después de la implementación



Fuente: Elaboración propia.

Este último indicador del RCM, nos dice que los buses de la empresa se encuentran aptos para su uso y operatividad en un 81% para diciembre y 82% para enero y 83% para febrero, es decir buses listos y disponibles para el transporte público.

Variable dependiente.

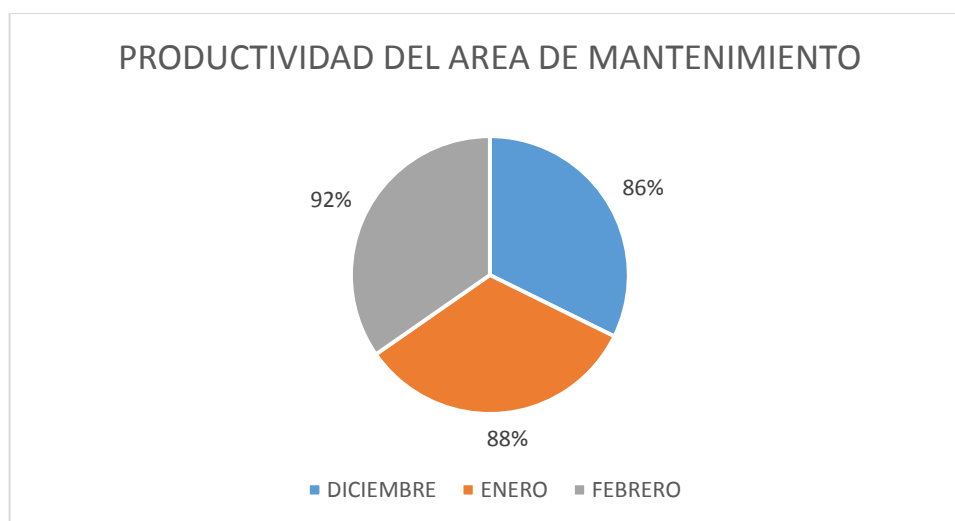
Productividad.

Tabla 144. La productividad después de la implementación.

AÑO	MES	eficiencia	eficacia	productividad
2020	DICIEMBRE	0.93	0.92	86%
2021	ENERO	0.93	0.94	88%
	FEBRERO	0.94	0.98	92%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 33. La productividad después de la implementación.



Fuente: Elaboración propia.

La figura 36, indica que la productividad laboral después de la implantación del RCM, fue de un 86% en diciembre, 88% en enero y 92% en febrero, esto indica que el personal de mantenimiento es eficiente en la labor que se le asigna, ya sea en el mantenimiento preventivo o correctivo.

Comparación de indicadores, antes y después de la implantación del RCM.

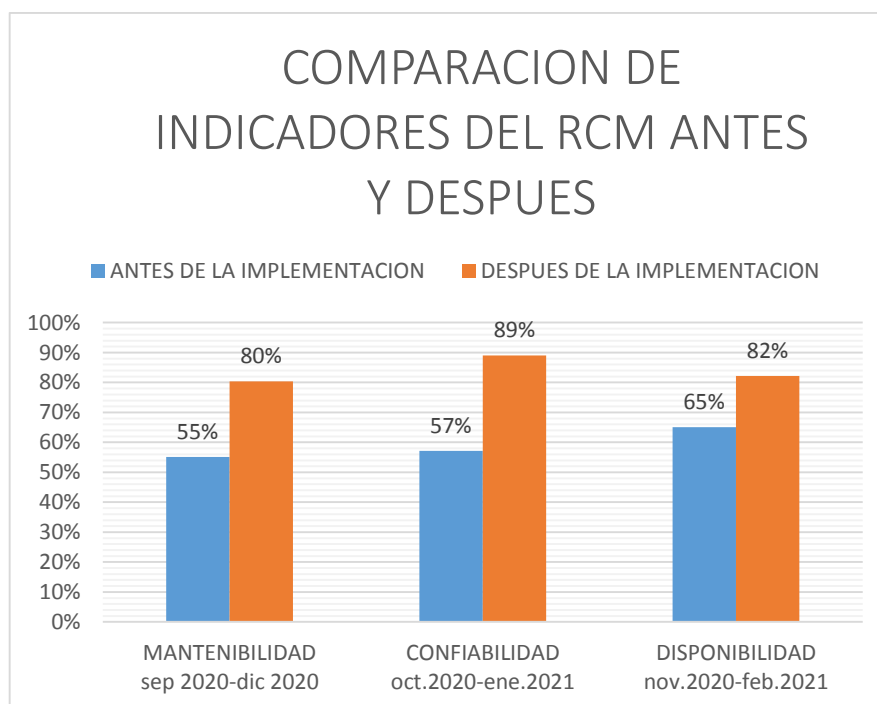
Tabla 155. Comparación del antes y después de la implementación.

ANTES DE LA IMPLEMENTACION					DESPUES DE LA IMPLEMENTACION				
AÑO	MES	MANTENIBILIDAD	CONFIABILIDAD	DIPONIBILIDAD	AÑO	MES	MANTENIBILIDAD	CONFIABILIDAD	DIPONIBILIDAD
2020	SEPTIEMBRE	55%	60%	64%	2021	DICIEMBRE	79%	82%	81%
	OCTUBRE	53%	52%	66%		ENERO	79%	87%	82%
	NOVIEMBRE	57%	59%	65%		FEBRERO	83%	98%	83%
PROMEDIO		55%	57%	65%	PROMEDIO		80%	89%	82%

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta una comparación grafica con los promedios de cada indicador antes y después de la implementación del RCM.

Figura 34. Comparación del antes y después de la implementación.



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 35 y la figura 37, se muestra claramente el incremento de porcentajes de indicadores, antes de la implementación teníamos porcentajes bajos, luego de

la implementación este porcentaje aumentó lo cual indica que el área de mantenimiento es más eficiente en el proceso de mantenimiento.

Comparación de la productividad, antes y después de la implementación del RCM

Tabla 166. La productividad antes de la implementación.

ANTES DE LA IIMPLANTACION DEL RCM				
AÑO	MES	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
2020	SEPTIEMBRE	0.86	0.66	57%
2021	OCTUBRE	0.84	0.68	57%
	NOVIEMBRE	0.86	0.68	58%
	PROMEDIO	85%	67%	57%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 177. La productividad después de la implementación

DESPUES DE LA IMPLANTACION DEL RCM				
AÑO	MES	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
2020	DICIEMBRE	0.93	0.92	86%
2021	ENERO	0.93	0.94	88%
	FEBRERO	0.94	0.98	92%
	PROMEDIO	94%	95%	89%

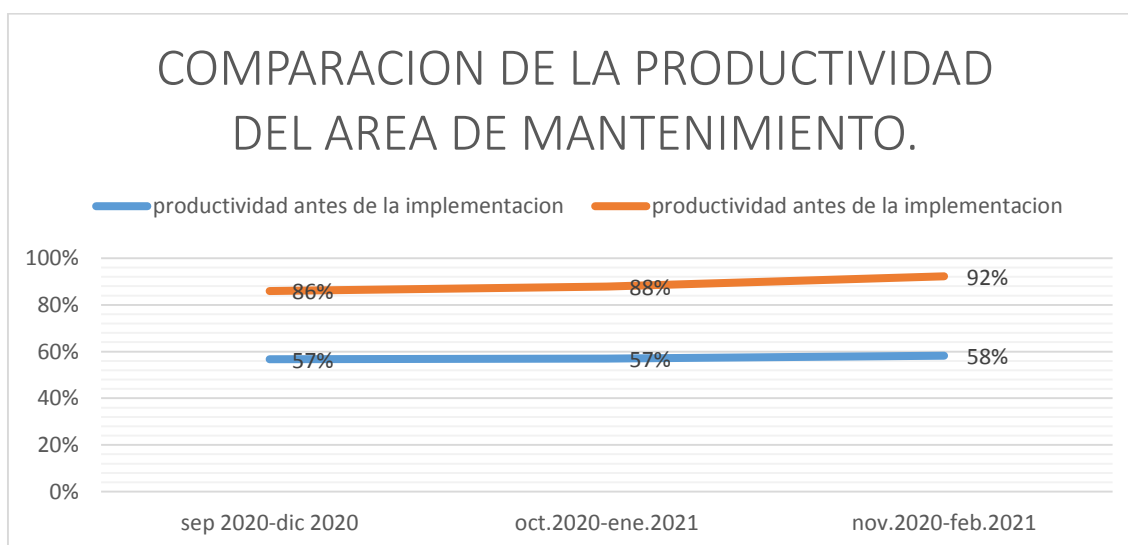
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 188. Comparación de la productividad antes y después de la implementación.

PRODUCTIVIDAD ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN			PRODUCTIVIDAD DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN		
AÑO	MES	PRODUCTIVIDAD	AÑO	MES	PRODUCTIVIDAD
2020	SEPTIEMBRE	57%	2020	DICIEMBRE	86%
	OCTUBRE	57%	2021	ENERO	88%
	NOVIEMBRE	58%		FEBRERO	92%
	PROMEDIO	57%		PROMEDIO	89%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 35. Comparación de la productividad antes y después de la implementación.



Fuente: Elaboración propia.

La figura 34, indica que el personal de mantenimiento tuvo una productividad laboral en el mantenimiento preventivo y correctivo de 57% (sep.), 57%(oct) y 58%(nov) antes de la implantación de la metodología RCM, y 86%(dic), 88%(ene), 92%(feb) después de la implantación, donde se aprecia claramente el incremento de la

productividad laboral, aumentando la disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad de los buses de la empresa.

4.5. Análisis económico financiero

Inversión

Para el desarrollo del plan RCM, se realizó diversos gastos como, en contratar profesionales para las capacitaciones, algunas bebidas y alimentos para después de las capacitaciones, útiles de oficinas, mantenimiento de equipos, limpieza, entre otros, a continuación, se detalla el costo generado.

Tabla 199. Inversión de la implementación.

INVERSIÓN DE LA IMPLANTACIÓN DE LA METODOLOGÍA RCM		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	INVERSIÓN
1	Capacitaciones	S/ 700.00
2	Insumos de limpieza	S/. 150.00
3	Útiles de oficinas	S/. 80.00
4	Mantenimiento de equipos:	
	Engrasados	S/. 45.00
	Aceites	S/. 80.00
	Otros	S/. 120.00
	Total	S/ 1,175.00

Fuente: Elaboración propia

Costos de mantenimiento preventivo.

El siguiente costo de mantenimiento preventivo esta realizado tomando como referencia las especificaciones del manual de fabricante, siguiendo esta regla un bus debe realiza cada 70 días el mantenimiento preventivo, para fines de cálculo de costos tomaremos como 2 meses la frecuencia de mantenimiento.

A continuación, se muestra el costo de mantenimiento preventivo según especificaciones del fabricante del bus.

Tabla 4020. Costo de mantenimiento preventivo según el fabricante.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
MARCA: YUTONG		MOTOR		YUCHAI		COMBUSTIBLE
MODELO: BUS URBANO - ZK6120NG2		SERIE		YC6G260N-40		GNV-EURO 4
MOTOR	CODIGO	KM	CANT.	TIPO DE SERVICIO	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
filtro de aire primario/secundario	110903965	20000	1	cambio	S/ 60.85	S/ 60.85
filtro de aceite	101200329	20000	2	cambio	S/ 10.78	S/ 21.56
aceite de motor (GL)	SAE 15w40	20000	7	cambio	S/ 26.45	S/ 185.15
filtro GNV alta presión	114300018	20000	1	cambio	S/ 85.44	S/ 85.44
filtro GNV baja presión	114300030	20000	1	cambio	S/ 62.58	S/ 62.58
bujias	370700049	20000	6	cambio	S/ 43.12	S/ 258.72
termostato	130600147	20000	2	cambio	S/ 6.76	S/ 13.52
refrigerante (GL)	07036n000033	20000	11	cambio	S/ 26.04	S/ 286.44
calibracion valvulas de motor (min)		40000	45	ajuste	S/ 0.13	S/ 5.85
ajuste tapa de balancines (min)		40000	45	ajuste	S/ 0.13	S/ 5.85
					total	S/ 985.96
TRANSMISION						
Aceite de caja de cambios (Gl)	DAF 80W90	40000	4	cambio	S/ 39.67	S/ 158.68
Aceite de corona (GL)	DAF 80W90	60000	4	cambio	S/ 44.72	S/ 178.88
liquido de embriague (GL)		80000	1	cambio	S/ 125.25	S/ 125.25
grasa de retardador (Kg)		20000	1	engrase	S/ 11.35	S/ 11.35
engrase puntos generales (Kg)		20000	2	engrase	S/ 11.35	S/ 22.70
engrase de rodamientos (Kg)		40000	6	engrase	S/ 43.80	S/ 262.80
ajuste de embrague (min)		20000	20	ajuste		S/ 2.60
						S/ 762.26
CHASISS						
liquido de direccion (GL)		80000	3	cambio	S/ 32.00	S/ 96.00
flitro de direccion		80000	1	cambio	S/ 20.40	S/ 20.40
filtro de secador de aire		40000	1	cambio	S/ 40.10	S/ 40.10
mantenimiento arrancador (min)		120000	60	ajuste	S/ 0.15	S/ 9.00
mantenimiento alternador (min)		80000	60	ajuste	S/ 0.15	S/ 9.00
						S/ 174.50
MANO DE OBRA						
ENCARGADO	MES	hrs./sem.	hrs/mes	M.O / hora	M.O/min	
técnico mecánico	S/ 1,500.00	48	192	S/ 7.81	S/ 0.13	
técnico electricista	S/ 1,700.00	48	192	S/ 8.85	S/ 0.15	
						total
						S/ 1,922.72

Fuente: Elaboración propia

Costos fijos del área de mantenimiento.

Los costos fijos están compuestos por los sueldos del personal que labora directamente para el área de mantenimiento, también se incluye el alquiler del local, y sueldo del vigilante de la cochera.

Tabla 211. Costos fijos del área de mantenimiento.

ORDEN	APELLIDOS Y NOMBRES	CARGO U OCUPACIÓN	TOTAL REMUNERACIÓN BRUTA
01	JESUS PAREDES VERA	FACILITADOR	1,200.00
02	MARIA DEL ROSARIO ARIAS TORRES	ADM/ALAMACE	1,200.00
03	LIZBETH PAREDES PAREDES	PRACTICANTE	480.00
04	ELEODORO CISNEROS GOMES	MECANICO/JEF	2,500.00
05	WILMER YESQUEN SULLON	MECANICO	1,593.00
06	FELIX CARDENAS LLAURI	FRENERO	1,200.00
07	FELIX JAVILIANO CORDOVA	MECANICO	1,500.00
08	ANDRES NOREÑA REYES	AUXILIAR	1,200.00
09	CANO RAMIREZ JOSE	MECANICO	1,500.00
10	VICTOR MORENO (AVIACION)	FRENERO	1,200.00
11	RICHARD ROMERO MOSCOSO	ELECTRICISTA	1,793.00
12	BECERRA CASTREJON HAMBER	MECANICO	1,200.00
13	YOELVIS JUNIOR ROJAS COBARRUBIA	MECANICO	1,200.00
14	JAMES JOHN GUILLEN RUBINA	MECANICO	2,393.00
15	KEVIN JAVILIANO QUIÑONES	PRACTICANTE	573.00
TOTALES S/.			20,732.00
otros costos			
01	alquiler de local		3500
02	seguridad		1,200.00
total			25,432.00

Fuente: Elaboración propia.

Costos de paradas por fallas mecánicas después de la implementación.

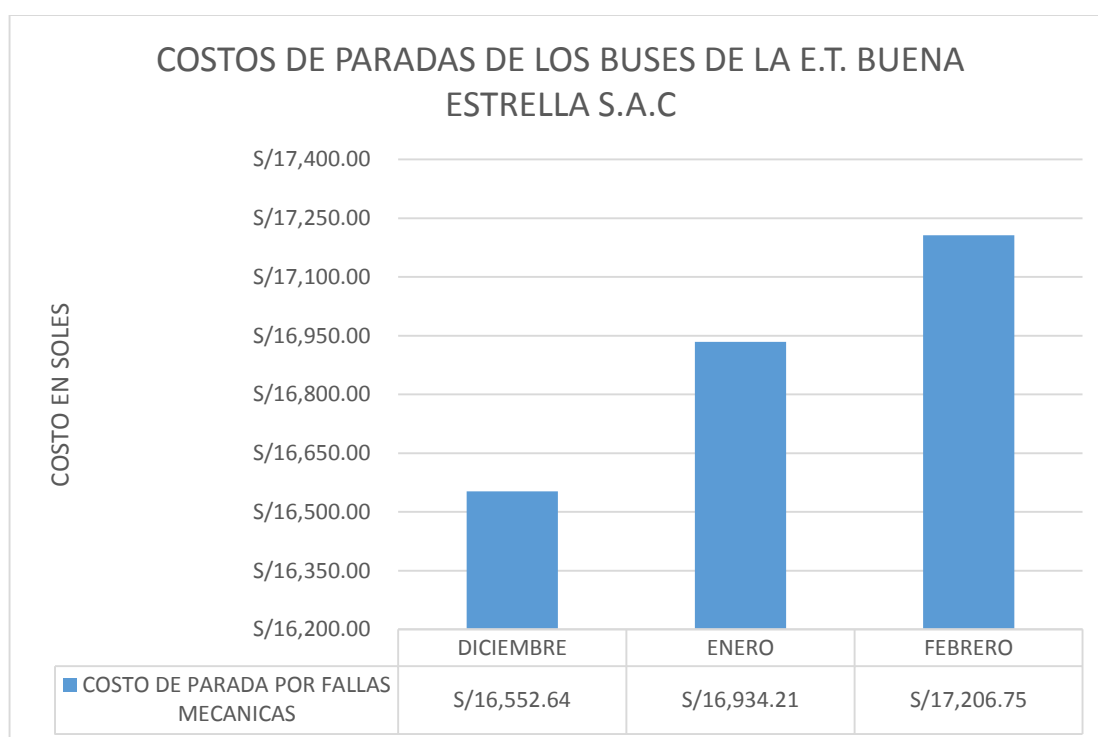
Se calcularon en base a los costos de parada hora máquina y el tiempo total de parada por fallas mecánicas (TTP por costo de hora Máquina), después de haber implementado la metodología RCM.

Tabla 222. Costo de maquina parada después de la implementación.

DEPUES DE LA IMPLEMENTACION					
DESCRIPCION	CANT.	MES	TOTAL	COSTO MAQUINA PARADA	COSTO TOTAL
ORDENES DE TRABAJO	22	DICIEMBRE	227.75	72.68	S/ 16,552.64
	22	ENERO	233	72.68	S/ 16,934.21
	22	FEBRERO	236.75	72.68	S/ 17,206.75

Fuente: Elaboración propia.

Figura 36. Costo de maquina parada después de la implementación.



Fuente: Elaboración propia

En la figura 39, se observa claramente la disminución de los costos por paradas, esto se debe a que el proceso de mantenimientos es más eficiente que antes, gracias a la aplicación de la metodología RCM se puede obtener estos resultados.

Comparación de costos por paradas antes y después.

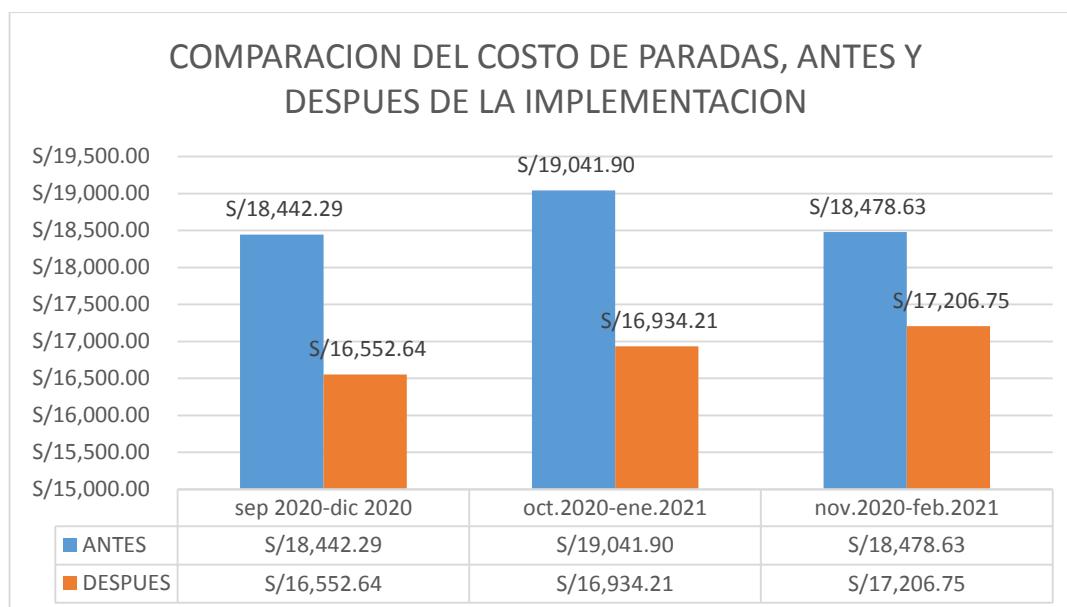
Los costos de paradas antes de la implementación ya se calcularon anteriormente, en base a dichos resultados se realiza la comparación con los resultados obtenidos después de la implementación.

Tabla 43. Comparación de costos de paradas, antes y después de la implementación.

COMPARACION DEL COSTO DE PARADAS, ANTES Y DESPUES DE LA IMPLEMENTACION			
ANTES	2020		
	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
COSTO DE PARADA POR FALLAS MECANICAS	S/ 18,442.29	S/ 19,041.90	S/ 18,478.63
DESPUES	2021		
	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO
COSTO DE PARADA POR FALLAS MECANICAS	S/ 16,552.64	S/ 16,934.21	S/ 17,206.75

Fuente: Elaboración propia

Figura 37. Comparación de costos de paradas, antes y después de la implementación.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 40, se ve una disminución clara de los costos de parada de buses frente a otros meses antes de la implantación de la metodología RCM, cabe recalcar que esta baja de costos se debe a la eficiente labor del área de mantenimiento provocando menos paradas innecesarias, y óptimo funcionamiento de los buses con mantenimiento programados.

Ingresos

Para los ingresos, se tomará, el formato de liquidaciones de los buses de la empresa, a continuación, se muestra la liquidación diaria de un bus y el ingreso bruto por bus.

Tabla 44. Ingresos de producción de los buses.

<u>INGRESO DISPONIBLE</u>								
Concepto	N° de vueltas	Cuenta	Garantía	Despacho	GPS	Boletos	Desinfeccion	TOTAL
Cuenta	1	240	15	6	2	10	6.5	S/ 279.50
	2	330	15	6	2	10	6.5	S/ 369.50
	3	480	15	6	2	10	6.5	S/ 519.50
NORMALMENTE SALEN A TRABAJAR UN TOTAL DE 50 BUSES POR DIA Y REALIZAN 3 VUELTAS.								
Concepto	N° de vueltas		Produccion	Total de buses		Total de ingresos diarios.		
Ingreso Bruto	3		S/ 519.50	50		S/ 25,975.00		

Fuente: Elaboración propia.

La empresa cuenta con 95 buses en total, de los cuales 68 buses están operativos, de los cuales normalmente salen a trabajar 50 buses por día, ya sea por falta de chofer o mantenimiento. Además, cada bus realiza 3 vueltas diarias.

Asignación de gastos.

La empresa tiene definido un porcentaje de asignación de gastos para las diferentes áreas o sub áreas de la empresa, de los cuales usaremos la asignación al área de mantenimiento para realizar nuestra evaluación de proyecto, a continuación, se muestra la asignación porcentual:

Tabla 235. Asignación de gastos.

<u>ASIGNACION DE GASTO</u>		
CONCEPTO	ASIGNACION POR DIA %	SOLES
Mantenimiento	30%	S/ 7,792.50
Tercero	6%	S/ 1,558.50
Recaudo	1%	S/ 259.75
Contabilidad de la empresa	63%	S/ 16,364.25
	TOTAL	S/ 25,975.00

Fuente: Elaboración propia.

Sustento de mantención de la implementación.

El sustento de la implementación hace mención a la inversión para su adecuado funcionamiento a futuro de la propuesta de mejora, para ello se eligió un responsable o líder de la ejecución de la propuesta a quien se le aumento 400 soles a su sueldo mensual.

Tabla 246. Costo de mantención de la propuesta de mejora.

Costo de mantención de la propuesta de mejora	
Description	Cantidad
Aumento de sueldo para el responsable	S/ 400.00
Capacitaciones 30M	S/ 350.00
Insumos de limpieza	S/ 80.00
Utiles de oficinas	S/ 40.00
Mantenimiento de equipos:	
Engrasados	S/ 45.00
Aceites	S/ 80.00
Otros	S/ 120.00
Software de mantenimiento preventivo	S/ 320.00
Total	S/ 1,435.00

Fuente: Elaboración propia.

Depreciación.

Tabla 257. Depreciación de un Bus.

Valor de bus	S/ 296,240.00	Vida útil	10
Depreciacion de un Bus			
Anual	S/ 29,624.00		
Mensual	S/ 2,468.67		

Fuente: Elaboración propia.

Flujo de caja.

Tabla 268. Flujo de caja del área de mantenimiento.

FLUJO DE CAJA DESPUES DE LA IMPLEMENTACION				
Descripcion		Diciembre	Enero	Febrero
Inversion	S/ 1,175.00			
Produccion diario por bus	S/ 519.50	S/ 779,250.00	S/ 805,225.00	S/ 727,300.00
Total de buses	50			
Asginacion al area de mto.	30%	S/ 233,775.00	S/ 241,567.50	S/ 218,190.00
Total de ingresos		S/ 233,775.00	S/ 241,567.50	S/ 218,190.00
COSTOS VARIBALES:				
Mantenimiento por bus	S/ 1,922.72	S/ 46,145.26	S/ 53,836.14	S/ 30,763.51
Costo de maquina parada		S/ 16,552.64	S/ 16,934.21	S/ 17,206.75
COSTOS FIJOS:				
Gastos adm.		S/ 25,432.00	S/ 25,432.00	S/ 25,432.00
Depreciacion		S/ 123,433.33	S/ 123,433.33	S/ 123,433.33
Almacen		S/ 16,000.00	S/ 16,000.00	S/ 16,000.00
Local		S/ 3,500.00	S/ 3,500.00	S/ 3,500.00
Mantencion		S/ 1,435.00	S/ 1,435.00	S/ 1,435.00
Total de egresos		S/ 232,498.23	S/ 240,570.68	S/ 217,770.59
Flujo de caja		S/ 1,276.77	S/ 996.82	S/ 419.41

Fuente: Elaboración propia.

Valor actual neto (VAN)

El método para hallar el valor presente originado de la inversión.

- Si $VAN > 0$ = es rentable
- Si $VAN = 0$ = es postergado
- Si $VAN < 0$ = no es rentable

Tasa Interna de retorno (TIR)

Es la técnica con la que se evalúa las inversiones realizadas para medir la rentabilidad.

- Si $TIR >$ tasa de descuento = si es viable el proyecto
- Si $TIR =$ tasa de descuento = es indiferente, presenta riesgos
- Si $TIR <$ tasa de retorno = no es viable el proyecto

Tasa de descuento o costo de oportunidad (COK)

Se tomará el COK del índice promedio del sector industrial.

Tabla 279. Índice promedio de COK.

TAMAÑO DE EMPRESA	<i>COK promedio</i>				
	SECTOR INDUSTRIAL	SECTOR EMPRESAS DIVERSAS	SECTOR SERVICIOS PÚBLICOS	SECTOR MINERO	SECTOR AGRARIO
GRANDES EMPRESAS	10.07%	8.08%	6.62%	9.06%	10.44%
MEDIANAS EMPRESAS	8.66%	9.90%	6.41%	9.82%	10.33%
PEQUEÑAS EMPRESAS	10.80%	9.47%	7.11%	8.83%	9.76%
<i>COK promedio</i>	10.09%	9.22%	6.66%	9.15%	10.12%

Fuente: PACHECO R. (2016). WACC, COK y oportunidades de inversión de las empresas peruanas del sector industrial que cotizan en bolsa.

Evaluación del proyecto.

Tabla 50. VAN y TIR de la implementación.

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3						
Flujo de caja	-S/ 1,175.00	S/ 1,276.77	S/ 996.82	S/ 419.41						
<table border="1"><tbody><tr><td>COK</td><td>10.09%</td></tr><tr><td>VAN</td><td>S/ 1,121.56</td></tr><tr><td>TIR</td><td>71%</td></tr></tbody></table>					COK	10.09%	VAN	S/ 1,121.56	TIR	71%
COK	10.09%									
VAN	S/ 1,121.56									
TIR	71%									

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación:

De acuerdo a los resultados obtenidos, podemos afirmar que la implementación realizada es viable ya que tenemos un VAN positivo con una ganancia neta de S/.1,121.56 nuevos soles, mayor al rendimiento mínimo esperado, lo que supone una rentabilidad de 71% mayor a la tasa de descuento, motivos por el cual se acepta definitivamente la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad al proceso de mantenimiento de la empresa.

5. RESULTADOS

5.1. Análisis descriptivo

Para el análisis descriptivo se procedió mediante el software SPSS 25, aplicándolo a cada una de las dimensiones de estudio a fin de determinar la media, la desviación estándar, la asimetría y la curtosis.

En cuanto a la Confiabilidad, se puede apreciar en la Tabla 50, que la media antes era 0.57 y la media después 0.89, evidenciando un incremento de 56.14%, en cuanto a la desviación estándar esta ha pasado de 0.035 a 0.067 evidenciando un incremento de la variabilidad, en cuanto a la Asimetría esta al pasar de -0.681 a 0.432 se acercó más a la media lo que implica una mejora en la performance del comportamiento de los datos, y la Curtosis se mantiene en el mismo valor, -1.523; si bien es cierto que la confiabilidad ha mejorado, se ha presentado una desmejora en la desviación estándar, pero que ha sido controlada según los datos de la asimetría y la curtosis.

Tabla 281: Descriptivos de confiabilidad

	N	Mean	Std. Deviation	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
CONFIABILIDAD ANTES DE LA IMPLANTACION DEL RCM.	66	0.5700	0.03586	-0.681	0.295	-1.523	0.582
CONFIABILIDAD DESPUES DE LA INPLANTACION DEL RCM	66	0.8900	0.06735	0.432	0.295	-1.523	0.582
Valid N (listwise)	66						

Fuente: Elaboración propia con SPSS 25

En cuanto a la Disponibilidad, se puede apreciar en la Tabla 51, que la media antes era 0.65 y la media después 0.82, evidenciando un incremento de 26.15%, en cuanto a la desviación estándar esta ha mantenido en el mismo valor 0.0082 lo que implica poca variabilidad del proceso, en cuanto a la Asimetría esta se situó en 0, que indica un comportamiento simétrico de los datos, la Curtosis se mantiene en el mismo valor de -1.523; tanto la los datos de la desviación estándar, la asimetría y

la curtosis nos indican un comportamiento bastante estable y constante de la disponibilidad.

Tabla 292: Descriptivos de Disponibilidad

	N	Mean	Std. Deviation	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
DISPONIBILIDAD ANTES DE LA IMPLANTACION DEL RCM.	66	0.6500	0.00823	0.000	0.295	-1.523	0.582
DISPONIBILIDAD DESPUES DE LA INPLANTACION DEL RCM	66	0.8200	0.00823	0.000	0.295	-1.523	0.582
Valid N (listwise)	66						

Fuente: Elaboración propia con SPSS 25

En cuanto a la mantenibilidad, se puede apreciar en la Tabla 52, que la media antes era 0.55 y la media después 0.80, evidenciando un incremento de 45.45%, en cuanto a la desviación estándar esta ha mostrado una desmejora mínima al pasar 0.016 a 0.019 lo que implica un incremento leve de la variabilidad del proceso; en cuanto a la Asimetría esta se situó en 0,724 estando antes en 0.00 esto nos demuestra que existe una mayor acumulación de datos por debajo de la media o un incumplimiento del estándar por defecto; la Curtosis se mantiene en el mismo valor de -1.523; si bien es cierto hubo una mejora en la mantenibilidad, los datos de la desviación estándar, la asimetría y la curtosis nos indican un leve incremento en la variabilidad del proceso.

Tabla 53: Descriptivos de mantenibilidad

	N	Mean	Std. Deviation	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
MANTENIBILIDAD ANTES DE LA IMPLANTACION DEL RCM.	66	0.5500	0.01646	0.000	0.295	-1.523	0.582
MANTENIBILIDAD DESPUES DE LA INPLANTACION DEL RCM	66	0.8033	0.01900	0.724	0.295	-1.523	0.582
Valid N (listwise)	66						

Fuente: Elaboración propia con SPSS 25

En cuanto a la productividad, se puede apreciar en la Tabla 53, que la media antes era 0.5732 y la media después 0.8867, evidenciando un incremento de 54.69%, en cuanto a la desviación estándar esta ha mostrado una desmejora al pasar de 0.00469 a 0.02514 lo que implica un incremento en la variabilidad del proceso; en cuanto a la Asimetría esta se situó en 0,391 estando antes en 0.799 esto nos demuestra que existe una mayor cumplimiento o acercamiento de los datos a la media; la Curtosis paso de -1.405 a -1.523 lo que implica un leve incremento en la dispersión de los datos; si bien es cierto hubo una mejora en la productividad, los datos de la desviación estándar y la curtosis nos indican un leve incremento en la variabilidad del proceso.

Tabla 304: Descriptivos de Productividad

	N	Mean	Std. Deviation	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
PRODUCTIVIDAD ANTES DE LA IMPLANTACION DEL RCM.	66	0.5732	0.00469	0.799	0.295	-1.405	0.582
PRODUCTIVIDAD DESPUES DE LA INPLANTACION DEL RCM	66	0.8867	0.02514	0.391	0.295	-1.523	0.582
Valid N (listwise)	66						

Fuente: Elaboración propia con SPSS 25

En cuanto a la eficiencia, se puede apreciar en la Tabla 54, que la media antes era 0.8533 y la media después 0.9333, evidenciando un incremento de 9.37%, en cuanto a la desviación estándar esta ha mostrado una mejora al pasar de 0.00950 a 0.00475 lo que implica un ajuste en la variabilidad del proceso; en cuanto a la Asimetría esta se situó en 0,724 estando antes en -0.724 lo que si bien es cierto se ha movido significativamente su valor se ha situado equidistante de la media, esto indica que el acercamiento de los datos a la media a pasado del exceso al defecto; la Curtosis sigue en -1.523 lo que implica que se mantiene la misma la dispersión de los datos; si bien es cierto hubo una mejora en la eficiencia, los datos de la eficiencia y la desviación estándar indican que no solo se ha mejorado la eficiencia si no se ha reducido la variabilidad de sus datos.

Tabla 315: Descriptivos de Eficiencia

	N	Mean	Std. Deviation	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
EFICIENCIA ANTES DE LA IMPLANTACION DEL RCM.	66	0.8533	0.00950	-0.724	0.295	-1.523	0.582
EFICIENCIA DESPUES DE LA INPLANTACION DEL RCM	66	0.9333	0.00475	0.724	0.295	-1.523	0.582
Valid N (listwise)	66						

Fuente: Elaboración propia con SPSS 25

En cuanto a la eficacia, se puede apreciar en la Tabla 55, que la media antes era 0.6733 y la media después 0.9467, evidenciando un incremento de 27.34%, en cuanto a la desviación estándar esta ha mostrado una desmejora al pasar de 0.00950 a 0.02514 lo que implica un incremento en la variabilidad del proceso; en cuanto a la Asimetría esta se situó en 0,391 estando antes en -0.724 lo que indica un acercamiento de los datos a la media; la Curtosis sigue en -1.523 lo que implica que se mantiene la misma la dispersión de los datos; si bien es cierto hubo una mejora en la eficacia, la desviación estándar indica un incremento en la variabilidad de la eficacia.

Tabla 5632: Descriptivos de Eficacia

	N	Mean	Std. Deviation	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
EFICACIA ANTES DE LA IMPLANTACION DEL RCM.	66	0.6733	0.00950	-0.724	0.295	-1.523	0.582
EFICACIA DESPUES DE LA INPLANTACION DEL RCM	66	0.9467	0.02514	0.391	0.295	-1.523	0.582
Valid N (listwise)	66						

Fuente: Elaboración propia con SPSS 25

5.2. Análisis inferencial

A fin de proceder con el análisis inferencial, es indispensable primero conocer el comportamiento de los datos de la variable dependiente y sus dimensiones, para tal fin se procederá a efectuar un análisis de normalidad, y como los datos en cantidad son 66, es decir muestra grande, se procederá con el estadígrafo de Kolmogorov Smirnov.

La regla de decisión en la aplicación de Kolmogorov Smirnov es:

Si p valor, \geq mayor que 0.05, la serie es paramétrica

Si p valor, $<$ mayor que 0.05, la serie es no paramétrica

Tabla 5733: Análisis de normalidad con Kolmogorov Smirnov

		One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test					
		PRODUCTIVIDAD ANTES DE LA IMPLANTACION DEL RCM.	PRODUCTIVIDAD DESPUES DE LA INPLANTACION DEL RCM	EFICIENCIA ANTES DE LA IMPLANTACION DEL RCM.	EFICIENCIA DESPUES DE LA INPLANTACION DEL RCM	EFICACIA ANTES DE LA IMPLANTACION DEL RCM.	EFICACIA DESPUES DE LA INPLANTACION DEL RCM
N		66	66	66	66	66	66
Normal Parameters ^a	Mean	0.5732	0.8867	0.8533	0.9333	0.6733	0.9467
	Std. Deviation ^b	0.00469	0.02514	0.00950	0.00475	0.00950	0.02514
Most Extreme Differences	Absolute	0.433	0.271	0.425	0.425	0.425	0.271
	Positive	0.433	0.271	0.253	0.425	0.253	0.271
	Negative	-0.249	-0.241	-0.425	-0.253	-0.425	-0.241
Test Statistic		0.433	0.271	0.425	0.425	0.425	0.271
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000 ^c	.000 ^c	.000 ^c	.000 ^c	.000 ^c	.000 ^c

Fuente: Elaboración propia con SPSS 25

De la tabla 57, se puede evidenciar que el p valor o significancia bilateral asintota de cada una de las series de datos de la productividad, eficiencia y eficacia antes y después son menores a 0.05; por consiguiente, se verifica su comportamiento no paramétrico.

Siendo las series de datos no paramétricos, y con la finalidad contrastar las hipótesis, esto se hará mediante la utilización de estadígrafos de comparación, ya que se trata de saber si hay mejora entre un antes y un después, para tal fin se procederá con el análisis mediante el estadígrafo de Wilcoxon.

Contrastación de la Hipótesis general.

Siendo la hipótesis general

Ha: La implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la productividad del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021

Y siendo la hipótesis nula:

Ho: La implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) no incrementa la productividad del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021

Regla de decisión:

Si, $UPa \geq UPd$; se acepta la hipótesis nula

Si, $UPa < UPd$; se rechaza la hipótesis nula

Tabla 348: Descriptivos de Productividad con Wilcoxon

	N	Mean	Std. Deviation	Mínimum	Máximum
PRODUCTIVIDAD ANTES DE LA IMPLANTACION DEL RCM.	66	0.5732	0.00469	0.57	0.58
PRODUCTIVIDAD DESPUES DE LA INPLANTACION DEL RCM	66	0.8867	0.02514	0.86	0.92

Fuente: Elaboración propia con SPSS 25

De la tabla 58, se puede apreciar que la media de la productividad antes es 0.5732 y la media de la productividad después es 0.8867; por lo que no se cumple que $UPa \geq UPd$, rechazándose la hipótesis nula y aceptándose la hipótesis de investigación que nos indica que la implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la productividad del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021

A fin de verificar lo hallado, se procede con el análisis del P valor.

Regla de decisión:

Si $p < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Tabla 359: Prueba estadística de los rangos de Wilcoxon para Productividad

	PRODUCTIVIDAD DESPUES DE LA INPLANTACION DEL RCM - PRODUCTIVIDAD ANTES DE LA INPLANTACION DEL RCM.
Z	-7.123 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.000
a. Wilcoxon Signed Ranks Test	
b. Based on negative ranks.	

Fuente: Elaboración propia con SPSS 25

De la tabla 59, se verifica que el p valor calculado mediante la prueba de rangos con Wilcoxon es 0.000, por consiguiente, al ser menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación que nos dice la implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la productividad del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021

Contrastación de la primera Hipótesis específica:

Siendo la primera hipótesis específica:

Ha: La implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la eficiencia del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021

Y siendo su hipótesis nula:

Ho: La implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) no incrementa la eficiencia del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021

Regla de decisión:

Si, $UEa \geq UEd$; se acepta la hipótesis nula

Si, $UEa < UEd$; se rechaza la hipótesis nula

Tabla 60: Descriptivos de Eficiencia con Wilcoxon

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
EFICIENCIA ANTES DE LA INPLANTACION DEL RCM.	66	0.8533	0.00950	0.84	0.86
EFICIENCIA DESPUES DE LA INPLANTACION DEL RCM	66	0.9333	0.00475	0.93	0.94

Fuente: Elaboración propia con SPSS 25

De la tabla 60, se puede apreciar que la media de la eficiencia antes es 0.8533 y la media de la eficiencia después es 0.9333; por lo que no se cumple que $UEa \geq UEd$, rechazándose la hipótesis nula y aceptándose la hipótesis de investigación que nos indica que la implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la eficiencia del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021

A fin de verificar lo hallado, se procede con el análisis del P valor.

Regla de decisión:

Si p valor < 0.05, se rechaza la hipótesis nula

Tabla 361: Prueba estadística de los rangos de Wilcoxon para Eficiencia

	EFICIENCIA DESPUES DE LA INPLANTACION DEL RCM - EFICIENCIA ANTES DE LA INPLANTACION DEL RCM.
Z	-7.160 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.000
a. Wilcoxon Signed Ranks Test	
b. Based on negative ranks.	

Fuente: Elaboración propia con SPSS 25.

De la tabla 61, se verifica que el p valor calculado mediante la prueba de rangos con Wilcoxon es 0.000, por consiguiente, al ser menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación que nos dice la implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la eficiencia del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021.

Contrastación de la segunda Hipótesis específica

Siendo la segunda hipótesis específica:

Ha: La implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la eficacia del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021

Y siendo su hipótesis nula:

Ho: La implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) no incrementa la eficacia del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021

Regla de decisión:

Si, $UEa \geq UEad$; se acepta la hipótesis nula.

Si, $UEa < UEad$; se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 372: Descriptivos de eficacia con Wilcoxon

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
EFICACIA ANTES DE LA IMPLANTACION DEL RCM.	66	0.6733	0.00950	0.66	0.68
EFICACIA DESPUES DE LA INPLANTACION DEL RCM	66	0.9467	0.02514	0.92	0.98

Fuente: Elaboración propia con SPSS 25

De la tabla 62, se puede apreciar que la media de la eficacia antes es 0.6733 y la media de la eficacia después es 0.9467; por lo que no se cumple que $UEa \geq UEad$, rechazándose la hipótesis nula y aceptándose la hipótesis de investigación que nos indica que la implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la eficacia del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021

A fin de verificar lo hallado, se procede con el análisis del P valor.

Regla de decisión:

Si $p \text{ valor} < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Tabla 383: Prueba estadística de los rangos de Wilcoxon para Eficacia

	EFICACIA DESPUES DE LA INPLANTACION DEL RCM - EFICACIA ANTES DE LA IMPLANTACION DEL RCM.
Z	-7.368 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.000
a. Wilcoxon Signed Ranks Test	
b. Based on negative ranks.	

Fuente: Elaboración propia con SPSS 25

De la tabla 63, se verifica que el P valor calculado mediante la prueba de rangos con Wilcoxon es 0.000, por consiguiente, al ser menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación que nos dice la implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la eficacia del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021.

1. DISCUSIÓN

Esta investigación tuvo como propósito de incrementar la productividad del proceso de mantenimiento a los buses de la empresa de transportes BUENA ESTRELLA S.A.C., mediante la implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), sobre todo se pretendió buscar los problemas que aquejan al mantenimiento de buses y a su vez dar una solución efectiva y eficiente para lograr mayor disposición de buses operativos.

De los resultados obtenidos en esta investigación se puede deducir que la productividad en procesos de mantenimiento de buses, se incrementa notablemente en comparación con los datos encontrados antes de la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad.

Primera discusión.

En la tabla N° 36, se muestra el porcentaje promedio de la productividad antes de la implantación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), el cual es igual a 57% inferior al resultado promedio de 89%, luego de aplicar la metodología RCM, donde se puede evidencia claramente una diferencia de 32% entre el antes y después de la aplicación de la metodología propuesta, contrastamos el resultado con lo investigado por:

Macedo José (2018), en su tesis “Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para mejorar la productividad de la línea 14 de envasado Tetra Pack- Lurigancho 2018.”, tuvo como objetivo principal determinar como la aplicación del (RCM) mantenimiento centrado en la confiabilidad mejora la productividad de la línea 14 de envasado Tetra Pack- Lurigancho 2018, donde indica que la productividad antes de la implantación de la metodología RCM fue de 49%, y luego de aplicar la mejora este porcentaje incrementó a 69% con una diferencia de 20% entre el antes y después de la implantación de la metodología RCM, lo cual refuerza y da fe de nuestros resultados obtenidos en nuestra investigación.

García Jonathan (2016), en su tesis “Implementación de la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la competitividad del consorcio Servitram Cargo & Olivos S.A.C, Lima - Perú 2016”, el objetivo de su

investigación fue la implementación de la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), para los equipos de los vehículos Tracto Camión, específicamente en la flota de vehículos modelo Freightliner Columbia CL120-DD120 pertenecientes al departamento de transporte en frío de la empresa Consorcio Servitram Cargo & Olivos S.A.C, SMP LIMA, el autor concluyó que al implementar la metodología RCM, se obtuvo como resultado un crecimiento en la confiabilidad de 5% con respecto a la disponibilidad se generó un crecimiento de 6% con respecto a la evaluación antes de la implementación de la metodología. Dichos resultados tienen influencia en la calidad de servicio que tuvo un crecimiento de 13% y la productividad de los vehículos con un crecimiento de 12%.

Segunda discusión.

También se puede evidenciar en la tabla N° 38 el índice de promedio de la eficiencia, 85% antes y 94% después de la implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), donde se puede apreciar una diferencia de 9% de incremento en la capacidad de disposición del personal del área de mantenimiento de la empresa, este resultado es contrastado por:

Castillo (2017) En su tesis “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad en la empresa Fabrication Technology Company S.A.C para la mejora de la productividad”, donde la eficiencia fue uno de sus principales variables de la investigación, el autor concluye que la nueva propuesta de mantenimiento resultó ser muy efectivo ya que la eficiencia de la maquina anteriormente era de 70.60% y con la metodología RCM implementada se logró mejorar un 2.50%.

Tercera discusión.

Por último en la tabla N°39 se puede ver que la eficacia antes es era 67%, y después de la implementación del RCM, la eficacia en el área de mantenimiento es de 95%, con una diferencia de 28% de mejora, con este resultado obtenido se puede decir que el área de mantenimiento de la empresa cuenta con mayor capacidad para solucionar los problemas por averías o fallas mecánicas de los buses, este resultado será contrastado por:

Macedo José (2018), En su tesis “Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para mejorar la productividad de la línea 14 de envasado Tetra Pack- Lurigancho 2018.”, tuvo como objetivo determinar como la aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) mejora la productividad de la línea 14 de envasado Tetra Pack- Lurigancho 2018, en dicho trabajo la eficacia fue uno de sus variables dependientes, del cual el autor indica que, antes de la implantación del RCM la eficacia en la línea de procesos era de 69% y después de la implantación el resultado fue de 83% con una diferencia de 14% en el incremento de la eficacia.

2. CONCLUSIONES

Luego de realizar las evaluaciones correspondientes y utilizar la metodología ya conocido y mencionado con anterioridad se concluye que:

La investigación logró aumentar significativamente el valor de la productividad mediante la aplicación de la metodología RCM, de un 57% antes a un 89% después de la implementación, esto se logró mediante la ejecución rigurosa de las distintas fases o pasos en respuesta a las siete preguntas de la metodología RCM, según los resultados obtenidos se aceptó la hipótesis general que afirma que la implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la productividad del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021, en la tabla N° 54 se puede evidenciar que el incremento de la productividad fue de un 32% en promedio.

Por otro lado, se evidencia que la eficiencia tuvo un incremento significativo de un 85% antes a un 94% después de la implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), el cual indica que la empresa tiene mayor disposición de equipos y mano de obra para afrontar los mantenimientos preventivos y correctivos de los buses, en base a los resultados positivos se aceptó también la hipótesis específica uno, que afirma que la implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la eficiencia del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021, el incremento de la eficiencia entre el antes y después de la implementación es de un 9% en promedio.

Por último, al aplicar la metodología RCM en el proceso de mantenimiento de la empresa, se muestra un claro incremento de la eficacia, de un 67% antes a un 95% después de la implementación, este nos dice que el área de mantenimiento de la empresa tiene mayor capacidad para solucionar la averías y responder de la mejor manera a las paradas innecesarias de los buses, con estos resultados obtenidos en proyecto se acepta la última hipótesis que afirma que la implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la eficacia del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021, el incremento de la eficacia en el presente trabajo es de un 28% en promedio.

3. RECOMENDACIONES

Se recomienda cumplir rigurosamente la programación del mantenimiento preventivo planificado generado durante la implementación de la metodología RCM, esto ayudara a minimizar las paradas innecesarias de los buses y aumentar su disponibilidad, ayudara alargar la vida útil de los componentes mecánicos y aumentar la confiabilidad de los buses, prevenir otras fallas y reducir costos por reparaciones por fallas que pudo prevenirse con el mantenimiento preventivo.

También se recomienda seguir con el plan de capacitación 30M, el cual consiste en la capacitación o charla al personal del área de mantenimiento por 30 min antes del inicio de las labores, la charla puede ser Inter diario o semanal, esto ayudará a mejorar la productividad y calidad de trabajo, generar un buen clima laboral, resolver los problemas concretos del día a día, reducir accidentes de trabajos, entre otros.

Se recomienda llevar un mayor control, con programas eficientes, las entradas, salidas y stock de repuestos en el almacén y minimizar riesgo de pérdidas o deterioros de los repuestos mecánicos, todo esto impacta en gran manera a la productividad del proceso de mantenimiento.

Utilizar adecuadamente los formatos proporcionados en la implementación del RCM, para los mantenimientos preventivos y correctivos de los buses de la empresa, el uso de los órdenes de trabajo también es de suma importancia para llevar un mayor control de los trabajos y generar indicadores para conocer la tasa de fallo y averías, por lo que se debe cumplir necesariamente con el llenado de estos formatos.

4. REFERENCIAS

- AMENDOLA, L. Indicadores de confiabilidad propulsores en la gestión del mantenimiento. [En línea]. Universidad Politécnica de Valencia. 2003. [Fecha de consulta: 13 de enero 2021]. Disponible en: http://www.mantenimientoplanificado.com/Articulos%20gesti%C3%B3n%20mantenimiento_archivos/indicadores%20confiabilidad%20amendola.pdf
- ANDRADE, SIMON. Diccionario de Economía, Tercera Edición, Editorial Andrade, 2005, pp. 253.
- ARIAS GALICIA, FERNANDO, Introducción a la técnica de la investigación en Psicología, México: Trillas, 1971, pp. 28
- CASTILLO SANTILLÁN, Á. V., “Propuesta de mantenimiento centrado en confiabilidad de las unidades de bombeo horizontal multietapas del Sistema Power Oil de la Estación Atacapi del B57-LI de Petroamazonas”. (Magister en Gestión del Mantenimiento Industrial), Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2017, pp. 112.
- CELI ORTEGA, S., Behavioral analysis of public transportation worldwide, [En línea], Espacios, 2018, [Fecha de consulta: 20 de diciembre 2020]
ISSN: 0798-1015
Available at:
[https://www.researchgate.net/publication/325130617 Analisis del transporte publico a nivel mundial](https://www.researchgate.net/publication/325130617_Analisis_del_transporte_publico_a_nivel_mundial).
- CHASE, RICHARD. Y ALQUILANO, NICHOLAS. Administración de operaciones. 12a ed. México: MCGRAW-HILL, 2009, 787 pp.
ISBN 9789701070277
- COLABORADORES DE WIKIPEDIA. *Mantenimiento* [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2021 [fecha de consulta: 5 de abril del 2021].
Disponible en
<<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Mantenimiento&oldid=132876513>>.

COLABORADORES DE WIKIPEDIA. Mantenimiento preventivo [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2021 [fecha de consulta: 9 de abril del 2021]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Mantenimiento_preventivo&oldid=132157683>.

DECISION-MAKING SUPPORT SYSTEMS FOR RELIABILITY-CENTERED MAINTENANCE POR SHIZIMU SHUNICHI [et al]. Revista de Ciencia y Tecnología Nuclear [en línea]. 2016, n.o 6 [Fecha de consulta: 23 de junio de 2019]. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/18811248.1993.9734512?needAccess=true> ISSN: 00223131

DUFFUAA, A. RAOUF, JOHN DIXON, Sistemas de mantenimiento, planeación y control, México: LIMUSA Wiley, 2005, pp. 420.
ISBN: 9681859189

FELSINGER, ERICA Y RUNZA, PABLO. Productividad: Un Estudio de Caso en un Departamento de Siniestros. (Maestría en dirección de empresas). España: Universidad de CEMA. 2002. PP. 29.

FRACICA N. G. Modelo de simulación de muestreo, Bogotá, Universidad de la Sabana. 1998. pp. 132.
ISBN: 9789581201730

GARCÍA, Alfonso. Productividad y reducción de costos. 2a ed. México: Trillas, 2011, pp. 304
ISBN: 9786071707338

GARCÍA, R. Estudio del trabajo (2ª ed.). Monterrey, México: McGraw-Hill, 2006, pp. 459.

GARCÍA, JONATHAN, “Implementación de la metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la competitividad del consorcio Servitram Cargo & Olivos S.A.C, Lima - Perú 2016”, (Ingeniero Industrial), Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2016, pp. 150.

GARCÍA GARRIDO, S. Ingeniería de mantenimiento. Madrid, España. Renovetec, 2009

ISBN: 139788461656172.

GARDELLA GONZÁLEZ, M. “Mejora de metodología RCM a partir del AMFEC e implantación de mantenimiento preventivo y predictivo en plantas de procesos”. (Doctoral dissertation), España: Universidad politécnica de Valencia, 2010, pp. 318.

GIL, M. Monitoreo y evaluación de la eficiencia y eficacia de los servicios financieros. 2011 disertación doctoral no publicada, Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz, Camagüey, Cuba.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación. 5a ed. México: Mc Graw Hill, 2010, pp. 736

ISBN: 9786071502919

JHONNY MAYA, titulada “Aplicación de RCM como estrategia de implementación del mantenimiento predictivo para la metodología TPM”, (Ingeniero Mecánico). Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 2018. pp. 97.

LEAN MANUFACTURING, Mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo, definiciones y diferencias. [En línea]. Disponible en:

<https://leanmanufacturing10.com/mantenimiento-correctivo-preventivo-y-predictivo-definiciones-y-diferencias>

LOMBANA MIRANDA MARIA FERNANDA, Z. G. B. J. “Mejora del plan de mantenimiento preventivo de los equipos críticos de la línea de producción 1 de la empresa Coctemar mediante la metodología RCM”. (Doctoral dissertation). Colombia: Universidad de Cartagena, 2018, pp. 66

MACEDO, JOSÉ. “Aplicación del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para mejorar la productividad de la línea 14 de envasado Tetra Pak-Luriganchó 2018.”, (Ingeniero Industrial), Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018, pp. 146.

MARCHENA, FRED. “Implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) para aumentar la productividad del área de producción de tableros de

la empresa SERTES S.A.C, Lima, 2018”, (Ingeniero Industrial), Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018, pp. 202.

MARIANA ALEGRE, Transporte urbano: ¿cómo resolver la movilidad en lima y callao?, [En línea]. Consorcio de investigación económica y social. 2016. [Fecha de consulta: 18 de diciembre 2020]

Disponible en:
https://www.cies.org.pe/sites/default/files/investigaciones/dp_transporte_urbano_sep.pdf

MAYNARD, Harold. Manual del ingeniero industrial. 5a ed. México: MCGRAW-HILL, 2006, 900 pp.
ISBN 9789701047965

MONTILLA, C. A., ARROYAVE, J. F., & SILVA, C. E. (2007). Caso de aplicación de mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM, previa existencia de mantenimiento preventivo. Scientia et technica, 1(37).

MONZÓN, A., Gestión del transporte metropolitano. En Gobernar las metrópolis Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo, 2005, pp. 409-472.

MORA, L. Mantenimiento - planeamiento, ejecución y control. (2da. Ed.). México: Alfa Omega, 2009, pp. 528.
ISBN: 9789586827690

MOUBRAY, Jhon. Mantenimiento centrado en confiabilidad. U.S.A.: Aladon LLC, 1991, pp. 433
ISBN: 0953960323

MOUBRAY, John. Mantenimiento centrado en confiabilidad 2.ª ed. Madrid: Aladon Ltd, 2004. pp. 433
ISBN: 0953960323

NAVA ARANGURES, JOSE. Teoría de mantenimiento, definiciones y organización. Mérida-Venezuela: Universidad de los Andes. Consejo de publicaciones, 2006, pp. 131.

OLARTE C., WILLIAM; BOTERO A., MARCELA; CAÑÓN A., BENHUR, “Importancia Del Mantenimiento Industrial Dentro De Los Procesos De Producción” [En línea], Redalyc, 2010, [Fecha de consulta: 15 de diciembre 2020]

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84917316066>

ISSN: 0122-1701

O'MEARA SHEEHAN, M. City Limits. Putting the Brakes on Sprawl [En línea]. Washington, D.C.: Worldwatch Institute.2001.

O" PRADIP, Chattopadhyaya, SUSHIL, Basu y MANIK, Majumdar. Quantified Risk Ranking Model for Condition- Based Risk and Reliability Centered Maintenance. Revista de la Institución de Ingenieros [en línea]. 2017, n.o 3.

[Fecha de consulta: 23 de junio de 2019]. Disponible en

<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs40032-016-0226-0> ISSN:

22500545

PISTARELLI, A. J. Manual de mantenimiento ingeniería, gestión y organización, Buenos Aires: Talleres Gráficos R y C, 2010, pp. 370.

REY S, F. Manual del mantenimiento integral en la empresa. España: Mundoprint, 2001, pp. 462.

ISBN: 8495428180

SANTA CRUZ, CESAR, “El plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) y su influencia en la disponibilidad de las unidades de la flota vehicular municipalidad de San Miguel - Callao 2018”, (Ingeniero Mecánico), Callao: Universidad Nacional del Callao, 2018. Pp. 126.

SOTO, JEAMPIERRE, en su tesis “Mantenimiento basado en la confiabilidad para el mejoramiento de la disponibilidad mecánica de los volquetes FAW en GYM S.A.”, (Ingeniero Mecánico), Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2016, pp. 89.

VILLADA, J. D. M. “Diseño de un plan de mantenimiento para la flota articulada de Integra SA usando algunas herramientas del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)”. (Ingeniero Mecánico) Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, 2013, pp 132.

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. 2a ed. Perú: Editorial San Marcos, 2013, 495 pp.


ISBN: 9786123028787

5. ANEXO

Anexo 2. Planilla de sueldos

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">RMV</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">930.00</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">A. Familiar</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">10%</td></tr> </table>	RMV	930.00	A. Familiar	10%	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th></th> <th>SNP / ONP</th> <th>PRIMA</th> <th>HORIZONTE</th> <th>INTEGRA</th> <th>PROFUTURO</th> </tr> <tr> <td>APORTE OBLIGATORIO</td> <td style="text-align: center;">13%</td> <td style="text-align: center;">15.00%</td> <td style="text-align: center;">16.00%</td> <td style="text-align: center;">17.00%</td> <td style="text-align: center;">18.00%</td> </tr> <tr> <td>COMISIÓN % SOBRE R.A.</td> <td></td> <td style="text-align: center;">2.00%</td> <td style="text-align: center;">2.00%</td> <td style="text-align: center;">2.00%</td> <td style="text-align: center;">2.00%</td> </tr> <tr> <td>PRIMA SEGURO</td> <td></td> <td style="text-align: center;">3.00%</td> <td style="text-align: center;">3.00%</td> <td style="text-align: center;">3.00%</td> <td style="text-align: center;">3.00%</td> </tr> </table>		SNP / ONP	PRIMA	HORIZONTE	INTEGRA	PROFUTURO	APORTE OBLIGATORIO	13%	15.00%	16.00%	17.00%	18.00%	COMISIÓN % SOBRE R.A.		2.00%	2.00%	2.00%	2.00%	PRIMA SEGURO		3.00%	3.00%	3.00%	3.00%	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">ESSALUD</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">9%</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">SCTR</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1.25%</td></tr> </table>	ESSALUD	9%	SCTR	1.25%
RMV																																		
930.00																																		
A. Familiar																																		
10%																																		
	SNP / ONP	PRIMA	HORIZONTE	INTEGRA	PROFUTURO																													
APORTE OBLIGATORIO	13%	15.00%	16.00%	17.00%	18.00%																													
COMISIÓN % SOBRE R.A.		2.00%	2.00%	2.00%	2.00%																													
PRIMA SEGURO		3.00%	3.00%	3.00%	3.00%																													
ESSALUD																																		
9%																																		
SCTR																																		
1.25%																																		
PLANILLA DE REMUNERACIONES																																		
PERIODO: 2020 - I																																		
RUC: 20252130501																																		
DENOMINACIÓN O RAZÓN SOCIAL: Buena Estrella S.A.C.																																		
ORDEN	CÓDIGO	APELLIDOS Y NOMBRES	CARGO U OCUPACIÓN	ASIGNACIÓN FAMILIAR	INGRESOS DEL TRABAJADOR			TOTAL REMUNERACIÓN BRUTA	SNP / ONP		AFP	RETENCIONES A CARGO DEL TRABAJADOR				TOTAL DESCUENTO																		
					SUELDO BÁSICO	ASIGNACIÓN FAMILIAR	OTROS					SISTEMA PRIVADO DE PENSIONES - AFP																						
												AFP	APORTE	COMISIÓN %	PRIMA DE																			
01	45457414	JESUS PAREDES VERA	FACILITADOR	NO	S/. 1,200	-		1,200.00	NO	-	NO		-	-	-	-																		
02	45457415	MARIA DEL ROSARIO ARIAS TORRES	ADM/ALAMACEN	NO	S/. 1,200	-		1,200.00	NO	-	SI	HORIZONTE	192.00	24.00	36.00	252.00																		
03	45457416	LIZBETH PAREDES PAREDES	PRACTICANTE	NO	S/. 480	-		480.00	NO	-	NO		-	-	-	-																		
04	45457417	ELEODORO CISNEROS GOMES	MECANICO/JEFE DE TALLER	NO	S/. 2,500	-		2,500.00	SI	325.00	NO		-	-	-	325.00																		
05	45457418	WILMER YESQUEN SULLON	MECANICO	SI	S/. 1,500	93.00		1,593.00	SI	207.09	NO		-	-	-	207.09																		
06	45457419	FELIX CARDENAS LLAURI	FRENERO	NO	S/. 1,200	-		1,200.00	SI	156.00	NO		-	-	-	156.00																		
07	45457420	FELIX JAVILIANO CORDOVA	MECANICO	NO	S/. 1,500	-		1,500.00	SI	195.00	NO		-	-	-	195.00																		
08	45457421	ANDRES NOREÑA REYES	AUXILIAR	NO	S/. 1,200	-		1,200.00	SI	156.00	NO		-	-	-	156.00																		
09	45457422	CANO RAMIREZ JOSE	MECANICO	NO	S/. 1,500	-		1,500.00	SI	195.00	NO		-	-	-	195.00																		
10	45457423	VICTOR MORENO (AVIACION)	FRENERO	NO	S/. 1,200	-		1,200.00	SI	156.00	NO		-	-	-																			
11	45457424	RICHARD ROMERO MOSCOSO	ELECTRICISTA	SI	S/. 1,700	93.00		1,793.00	SI	233.09	NO		-	-	-																			
12	45457425	BECERRA CASTREJON HAMBER	MECANICO	NO	S/. 1,200	-		1,200.00	SI	156.00	NO		-	-	-																			
13	45457426	YOELVIS JUNIOR ROJAS COBARRUBIA	MECANICO	NO	S/. 1,200	-		1,200.00	NO	-	NO		-	-	-																			
14	45457427	JAMES JOHN GUILLEN RUBINA	MECANICO	SI	S/. 2,300	93.00		2,393.00	SI	311.09	NO		-	-	-																			
15	45457428	KEVIN JAVILIANO QUIÑONES	PRACTICANTE	SI	S/. 480	93.00		573.00	NO	-	NO		-	-	-																			
TOTALES S/.					20,360.00	372.00	-	20,732.00		2,090.3			192.00	24.00	36.00	1,486.09																		

Anexo 2. Plan básico de mantenimiento preventivo.

PLAN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO												
ENCARGADO					FECHA DE ACTUALIZACION							
N° PADRON	PLACA	MARCA	MODELO	COMBUSTIBLE	MANTENIMIENTO PREVENTIVO				SOAT		REVICION TECNICA	
					ultima fecha	kilometraje	proxima fecha	proximo kilometraje	fecha de emision	fecha de caducidad	fecha de ultima revision	proxima revision
1	F1T854	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
2	F1W895	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
3	F1T836	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
4	F1T847	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
5	F1W889	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
6	B2T701	HYUNDAI	COUNTY	GNV								
7	F1W896	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
8	F1W813	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
9	F1W812	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
10	F2C861	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
11	F1U812	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
12	F1W917	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
13	F1W808	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
14	F1T851	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
15	F1T835	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
16	F1V842	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
17	F1U946	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
18	F1W815	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
19	F1V778	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
20	F1X854	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
21	F1W814	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
22	F1U827	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
23	F1V909	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
24	F1X852	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
25	F1U825	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
26	F1W757	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
27	F1V784	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
28	F1W919	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
29	F1V737	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
30	F1V736	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
31	F1X847	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
32	F1W894	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
33	B2T734	HYUNDAI	COUNTY	GNV								
34	F1X722	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
35	F1V789	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
36	F1W926	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
37	F1T860	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
38	F1X849	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
39	F1X720	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
40	F1U947	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
41	F1W907	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
42	B2T733	HYUNDAI	COUNTY	GNV								
43	F1V735	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
44	F1W912	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
45	F1V741	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
46	F1V738	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
47	F1W918	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
48	F1W925	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
49	F1W811	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								
50	F1U937	YUTONG	LCK6122EVG	GNV								

Anexo 3. Análisis de datos en IBM SPSS V.25

ANALISIS DESCRIPTIVO.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos


Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdi...	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	ANTES_CONFIABILIDAD	Coma	8	2	CONFIABILIDAD ANTES DE LA IMPLANTACION DEL RCM.	Ninguno	Ningu...	8	Derecha	Escala	Entrada
2	DESPUES_CONFIABILIDAD	Coma	4	2	CONFIABILIDAD DESPUES DE LA INPLANTACION DEL RCM	Ninguno	Ningu...	8	Derecha	Escala	Entrada
3	ANTES_DISPONIBILIDAD	Coma	8	2	DISPONIBILIDAD ANTES DE LA IMPLANTACION DEL RCM.	Ninguno	Ningu...	8	Derecha	Escala	Entrada
4	DESPUES_DISPONIBILIDAD	Coma	8	2	DISPONIBILIDAD DESPUES DE LA INPLANTACION DEL RCM	Ninguno	Ningu...	8	Derecha	Escala	Entrada
5	ANTES_MANTENIBILIDAD	Coma	8	2	MANTENIBILIDAD ANTES DE LA IMPLANTACION DEL RCM.	Ninguno	Ningu...	8	Derecha	Escala	Entrada
6	DESPUES_MANTENIBILIDAD	Coma	8	2	MANTENIBILIDAD DESPUES DE LA INPLANTACION DEL RCM	Ninguno	Ningu...	8	Derecha	Escala	Entrada
7	ANTES_PRODUCTIVIDAD	Coma	8	2	PRODUCTIVIDAD ANTES DE LA IMPLANTACION DEL RCM.	Ninguno	Ningu...	8	Derecha	Escala	Entrada
8	DESPUES_PRODUCTIVIDA	Coma	8	2	PRODUCTIVIDAD DESPUES DE LA INPLANTACION DEL RCM	Ninguno	Ningu...	8	Derecha	Escala	Entrada
9	ANTES_EFICIENCIA	Coma	3	2	EFICIENCIA ANTES DE LA IMPLANTACION DEL RCM.	Ninguno	Ningu...	3	Derecha	Escala	Entrada
10	DESPUES_EFICIENCIA	Coma	3	2	EFICIENCIA DESPUES DE LA INPLANTACION DEL RCM	Ninguno	Ningu...	3	Derecha	Escala	Entrada
11	ANTES_EFICACIA	Coma	8	2	EFICACIA ANTES DE LA IMPLANTACION DEL RCM.	Ninguno	Ningu...	8	Derecha	Escala	Entrada
12	DESPUES_EFICACIA	Coma	8	2	EFICACIA DESPUES DE LA INPLANTACION DEL RCM	Ninguno	Ningu...	8	Derecha	Escala	Entrada
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											

Vista de datos **Vista de variables**

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ACTIVADO

Anexo 4. Reporte diario de operaciones.

BuenaEstrella			REPORTE DIARIO DE OPERACIONES																																							
Fecha	Padron	Placa	Codigo	Gas Inicial	Gas Final	Km. Final	Parabrisa delantado	Parabrisa delantado l/1zq	Parabrisa Posterior	lunas fijas	linas corredizas	extintor																														
MANTENIMIENTO - ACTIVIDADES AL INICIO Y FINAL DE LA OPERACIÓN DEL BUS																																										
										NOVEDADES DE CARROCERIA																																
										<table border="1"> <tr> <td>Golpe Leve</td> <td>GL</td> <td>CONVERSIONES</td> <td>OBSERVACIONES</td> </tr> <tr> <td>Golpe Fuerte</td> <td>GF</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rayon Leve</td> <td>RL</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rayon Fuerte</td> <td>RF</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Roto</td> <td>RT</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rajado</td> <td>RJ</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Manchon Leve</td> <td>ML</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Manchon Fuerte</td> <td>MF</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vidrio Roto</td> <td>VRT</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vidrio Rajado</td> <td>VRJ</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Golpe Leve	GL	CONVERSIONES	OBSERVACIONES	Golpe Fuerte	GF			Rayon Leve	RL			Rayon Fuerte	RF			Roto	RT			Rajado	RJ			Manchon Leve	ML			Manchon Fuerte	MF		
Golpe Leve	GL	CONVERSIONES	OBSERVACIONES																																							
Golpe Fuerte	GF																																									
Rayon Leve	RL																																									
Rayon Fuerte	RF																																									
Roto	RT																																									
Rajado	RJ																																									
Manchon Leve	ML																																									
Manchon Fuerte	MF																																									
Vidrio Roto	VRT																																									
Vidrio Rajado	VRJ																																									
EXPLIQUE LAS OBSERVACIONES																																										

Anexo5. Formato de historial de trabajos realizados.

HISTORIAL DE BUSES Y TRABAJOS EJECUTADOS - YUTONG												
OT	Fecha	Bus	Placa	Km	horas	Sistema	Acción	Observacion	Solucion de Falla	Cantidad de solucion	Tiempo	Tecnico / SUPERVISOR

Anexo 6. Especificaciones técnicas aceite de motor15W-40



RUBIA GAS 5M 15W-40



Mineral lubricant suitable for gas heavy-duty engines (NGV or LPG).

SPECIFICATIONS AND APPROVALS

Manufacturers' approvals

✓ Cummins CES 20074

APPLICATIONS

TOTAL RUBIA GAS 5M 15W-40 is a mineral lubricant adapted to **NGV** (natural gas vehicles) and **LPG** (liquefied petroleum gas) engines in urban transport (especially buses, deliveries and waste collecting vehicles).

With its low ash content, TOTAL RUBIA GAS 5M 15W-40 protects Cummins's gas engines.

PERFORMANCES AND CUSTOMER BENEFITS

TOTAL RUBIA GAS 5M 15W-40 has **excellent thermal stability** and oxidation and nitro-oxidation resistance. Its **low ash content** (0.5%) avoids spark plug fouling and deposits formation in the combustion chamber. TOTAL RUBIA GAS 5M 15W-40 is perfectly adapted to gas engines.

TOTAL RUBIA GAS 5M 15W-40 contains **excellent viscosity stability in service**, guaranteeing effective engine protection in severe conditions.

PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS*

TOTAL RUBIA GAS 5M 15W-40		Method	Value
Density at 15°C	kg/m ³	ASTM D1298	884
Kinematic Viscosity at 40°C	mm ² /s	ASTM D445	104.5
Kinematic Viscosity at 100°C	mm ² /s	ASTM D445	14
Viscosity Index	-	ASTM D2270	138
Flash point	°C	ASTM D92	>200
Pour point	°C	ASTM D97	<-24
T.B.N	mgKOH/g	ASTM D2896	5
Sulphated Ash	% m/m	ASTM D874	0.5

* The features mentioned above are average values obtained with some variability in production and do not constitute a specification.

RECOMMENDATIONS

Before using the product, it is important to check the service manual of the vehicle: the drain is carried out according to the manufacturer's requirements.

The product should not be stored at a temperature above 60 °C. Exposure to strong sunlight, extreme cold or high temperature variations must be avoided.

All packages should be protected from bad weather conditions. The drums should be stored horizontally to avoid a possible contamination by water and the damage of the product label.

HEALTH, SAFETY AND ENVIRONMENT

Based on available information, this product does not cause adverse health effects when used in the intended application and the recommendations provided in the Safety Data Sheet (MSDS) are followed. It is accessible on request from your local dealer or on the website www.quickfds.com

This product should not be used for applications other than those for which it is intended.

If disposing of used product, take care to protect the environment and comply with local regulations.

Anexo7. Especificaciones técnicas aceite de caja 80W-90



TRANSMISSION GEAR 7 80W-90

Transmission Oil

KEY DATA	
GEAR OIL	<u>INTERNATIONAL STANDARDS</u> ✓ API GL-4
SAE 80W-90	<u>MANUFACTURER APPROVALS</u> ✓ MAN 341 type E-1 / Z-2 ✓ ZF TE-ML 18A, 17A, 18A

APPLICATIONS

TOTAL TRANSMISSION GEAR 7 80W-90 is designed for synchronized and non-synchronized gearboxes, mild loaded axles, transfer boxes and all gears requiring MIL-L-2105 or API GL-4 level.

TOTAL TRANSMISSION GEAR 7 80W-90 is approved by ZF for the lubrication of their gearboxes (without interarder) with standard drain interval

CUSTOMER BENEFITS

- Efficient protection of gears against wear and corrosion due to stable extreme-pressure properties
- High compatibility with oil filters due to antifoam properties
- Efficient stability in operation due to high viscosity index

CHARACTERISTICS*

Test	Unit	Test method	Result
Volumetric mass at 15°C	kg/m ³	DIN 51757 D	895
Viscosity at 40°C	mm ² /s	ASTM D445	140
Viscosity at 100°C	mm ² /s	ASTM D445	14.4
Viscosity index	-	ASTM D2270	101
Flash point	°C	ASTM D92	216
Pour point	°C	ASTM D97	-24

* The characteristics given above are obtained with a standard tolerance threshold during production and may not be considered specifications.

RECOMMENDATIONS FOR USE

Before using the product, the vehicle's maintenance guide should be checked. Oil changes should be carried out in accordance with the manufacturer's recommendations.

The product should not be stored at temperatures over 60°C. It should be kept away from sunlight, intense cold and extreme temperature fluctuations.

If possible, the packaging should not be exposed to the elements. Otherwise, the drums should be laid horizontally in order to avoid any contamination from water and to prevent the product's label from rubbing off.

HEALTH, SAFETY AND THE ENVIRONMENT

Based on the toxicological information available, this product should not cause any adverse health effects, provided it is used for its intended purpose and in accordance with the recommendations laid out in the Safety Data Sheet. This can be obtained on request from your local reseller and is available for consultation at www.quickfds.fr.

This product should not be used for any purposes other than the ones for which it is intended.

When disposing of the product after use, please protect the environment and comply with local regulations.

Anexo 8. Especificaciones técnicas aceite de corona 85W-140



TOTAL

TRANSMISSION AXLE 7 85W-140

Lubricante para puentes

DATOS CLAVE DEL PRODUCTO

LUBRICANTE MINERAL PARA PUENTES

SAE 85W-140

NORMAS INTERNACIONALES

√ API GL-5

HOMOLOGACIONES CONSTRUCTORES

√ SCANIA STO 1:0

√ ZF TE-ML 05A / 12E / 16D / 17B / 21A

Aplicaciones

TOTAL TRANSMISSION AXLE 7 85W-140 es un lubricante desarrollado para los engranajes muy cargados (puentes hipoides de doble o simple reducción, reductores) que exigen un nivel de prestación API GL-5 con grado 85W-140.

TOTAL TRANSMISSION AXLE 7 85W-140 está especialmente formulado para la lubricación de los engranajes SCANIA y ZF con un intervalo de cambio adaptado a las recomendaciones del constructor.

Prestaciones y beneficios para el cliente

- **Protección eficaz de los engranajes** contra cualquier tipo de desgaste (gripado, corrosión, etc...), gracias a las propiedades de extrema presión de su formulación pero también las de anti-corrosión y anti-herrumbre.
- **Compatibilidad con los filtros de los sistemas de lubricación reforzada** gracias a una mejora de las propiedades anti-espuma.
- **Estabilidad en servicio eficaz**, gracias a un alto índice de viscosidad.

Características

Ensayo	Unidades	Método	Resultado
Densidad a 15° C	kg/m ³	ASTM D4052	905
Viscosidad cinemática a 100°C	mm ² /s	ASTM D445	25
Viscosidad cinemática a 40°C	mm ² /s	ASTM D445	338
Índice de viscosidad	-	ASTM D2270	96
Punto de congelación	°C	ASTM D97	-12
Punto de inflamación Cleveland	°C	ASTM D92	234

** Las características mencionadas representan valores típicos y no pueden ser consideradas especificaciones de producto.*

Recomendaciones de uso

Antes de utilizar el producto, es muy importante revisar la guía de mantenimiento del vehículo: el cambio de aceite debe realizarse siguiendo las recomendaciones del fabricante.

El producto no debe ser almacenado a temperaturas superiores a los 60°C evitando una fuerte exposición a los rayos de sol, a un frío intenso o a fuertes variaciones de temperaturas.

Es preferible almacenar los envases fuera de intemperies. En caso contrario, los bidones deben ser almacenados horizontalmente para evitar una contaminación eventual por agua así como el borrado del etiquetado.

Salud, Seguridad y Medio Ambiente

Basándonos en las informaciones toxicológicas disponibles, este producto no causa efectos nefastos en la salud, al ser utilizado en las funciones para las que ha sido diseñado, y siguiendo las indicaciones que se proporcionan en las fichas de seguridad. Estas pueden ser obtenidas en la página web www.quickfds.com.

Este producto no debe ser usado en otro tipo de aplicaciones que aquellas para las cuales ha sido desarrollado,

Una vez se haya usado el producto, debe ser eliminado siguiendo las normativas y regulaciones establecidas por la ley.

Anexo 9. Especificaciones técnicas del refrigerante.



TOTAL GEC 50



Anticongelante y refrigerante diluido al 50% a base de inhibidores de tecnología híbrida de ácido orgánico (HOAT).

APLICACION

ANTICONGELANTE Y REFRIGERANTE

- Líquido refrigerante, anticongelante y anticorrosivo diluido al 50% a base de monoetilenglicol y aditivos de tecnología híbrida de ácido orgánico (HOAT). En función de su concentración, produce un bajo punto de congelamiento, eleva el punto de ebullición, evita la corrosión y la formación de espumas.
- Está recomendado para la refrigeración de motores de camiones pesados, vehículos de obras públicas, tractores y motores estacionarios.
- No contiene fosfatos, boratos, nitratos o silicatos.

PERFORMANCES

CUMPLE NORMAS

- ASTM D 3306
- ASTM D 4985
- ASTM D 5345
- ASTM D 4656
- ASTM D 6210
- Ford ESE-M97B44-A
- Ford ESE-M97B18-C
- CATERPILLAR EC-1
- Chrysler MS-7170
- Cummins 90T8-4
- Cummins 3666132
- Detroit Diesel 7SE298
- Navistar B1 (B6-008GO)
- John Deere H-5
- John Deere 8650-5
- Camión Mack 014GS17004
- Ford New Holland 9-86
- Freightliner 48-22880
- White (GMC Div. Of Volvo)
- Case Corp. MS1710
- Waukesha 4-19470
- GM 6043M

Especificaciones técnicas del refrigerante.



- SAE J814C
- SAE J1034
- SAE J1038
- SAE J1941
- Subaru
- Nissan
- Audi
- Mercedes Benz
- BMW

PROPIEDADES

TOTAL GEC 50

- Permite alcanzar rápidamente la temperatura óptima de funcionamiento facilitando a su vez la obtención del máximo rendimiento del motor.
- Elimina cualquier riesgo de sobrecalentamiento que generaría la deformación de las piezas y la disminución de su resistencia mecánica.
- Posee un paquete de aditivos derivados de ácidos carboxílicos complejos múltiples junto con nitritos, para proteger a las seis aleaciones de metales estándar (latón, cobre, acero, soldadura, hierro fundido y aluminio).
- Resguarda al sistema refrigerante contra la corrosión y erosión por cavitación.
- Minimiza la oxidación de las superficies calientes, a la vez que evita que se ensucien las superficies por transferencia de calor, debido a pérdidas de aceite pequeñas.

VALORES TÍPICOS

TOTAL GEC 50	MÉTODOS	UNIDADES	VALOR
Color			ROJO
Densidad a 15°C	NF R 15-602-1	Kg/dm ³	1.070
PH			9.3
Temperatura de ebullición	NF R 15-602-4	°C	107
Nitritos		ppm	1200
Temp. de aparición de los primeros cristales	NFT 78102	°C	-37

Los valores de las características que figuran en este cuadro son promedios dados a título indicativo.

Anexo 10. Layout de la empresa después de la implementación.



Anexo 11. Matriz de coherencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL
¿En qué medida la implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la productividad del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021?	Determinar como la implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la productividad del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021.	La implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la productividad del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS
¿En qué medida la implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la eficiencia del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021?	Determinar como la implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la eficiencia del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021.	La implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la eficiencia del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021
¿En qué medida la implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la eficacia del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C. la Victoria, Lima, 2021?	Determinar como la implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la eficacia del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021.	La implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) incrementa la eficacia del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021

Anexo 12. Carta de presentación.

Carta de presentación

Señor:

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS.

Me dirijo a Ud. en calidad de estudiante de la escuela de ingeniería industrial de la UCV, sede Lima Norte, manifestándole que requiero validar los instrumentos con los cuales recojo la información necesaria para poder desarrollar mi trabajo de investigación.

El título de mi proyecto de investigación es: Implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) para incrementar la productividad del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021, y considerando su connotada experiencia en temas de Ingeniería Industrial y/o investigación tecnológica, le solicito validar los instrumentos de recolección de datos.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad de expresar mi consideración y estima personal.

Atentamente.



María Del Rosario Arias Torres

D.N.I: 70358157

Anexo 13. Definición conceptual de las variables.

a) Definición conceptual de las variables y dimensiones

-Variable Independiente: Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)

Según Pradip 2017, p. 1 “RCM es una metodología moderna para detectar del riesgo y clasificar los elementos críticos para priorizar las acciones de mantenimiento basadas en el riesgo centrado en la condición y el mantenimiento centrado en la fiabilidad”.

Dimensiones de las variables:

Dimensión 1: confiabilidad

Según, **Pistarelli, 2008, p. 30**, define la confiabilidad como un indicador que asegura el funcionamiento el cual esperamos de un equipo en el lapso de un tiempo empezando de un tiempo en el cual se ha utilizado siempre tomando como referencia su desempeño óptimo.

$$\text{Confiabilidad} = \frac{\text{TTT} - \text{TTP}}{\text{TIP}}$$

TTT: Tiempo total de trabajo

TTP: Tiempo total de parada

TIP: Total de incidencias de paradas

Dimensión 2: Mantenibilidad

Mora, 2009, p. 104, define la mantenibilidad como la probabilidad que tiene un activo o maquina en volver a funcionar como antes de la falla, avería o cualquier tipo de interrupción, esto es después de la reparación la cual dependerá de un plan de mantenimiento el cual eliminara los fallos y sus causas las cuales son motivos de la parada.

$$\text{Mantenibilidad} = \frac{\text{TTR}}{\text{TIP}}$$

TTR: Tiempo total de reparación

TIP: Total de incidencias de paradas

Dimensión 3: Disponibilidad

Según, **Pistarelli, 2010, p. 58**, define la disponibilidad como un numero en porcentaje del tiempo en que un activo estuvo de forma disponible para un proceso de operacionalización siempre siguiendo estándares de seguridad y de calidad que ya están definidas.

$$Disponibilidad = \frac{MTBF}{MTBF - MTTR}$$

MTBF: Tiempo medio de buen funcionamiento

MTTR: Tiempo medio de reparación

- Variable dependiente: Productividad

Para **Martínez (2007)** la productividad es un indicador que refleja que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios; traducida en una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos, denotando además la eficiencia con la cual los recursos -humanos, capital, conocimientos, energía, etc.- son usados para producir bienes y servicios en el mercado.

Dimensiones de las variables:

Dimensión 1: eficiencia.

Andrade 2005, p. 253 define la eficiencia como la "expresión que se emplea para medir la capacidad o cualidad de actuación de un sistema o sujeto económico, para lograr el cumplimiento de objetivos determinados, minimizando el empleo de recursos"

$$Eficiencia = \frac{HMU}{HMT} \times 100$$

HMU: Horas maquina útil

HMT: Horas maquina total

Dimensión 2: eficacia.

Gil, 2011, p. 25, la eficacia se mide por el cumplimiento de los objetivos de la organización y al respecto agrega, que para lograrlos deben estar alineados con la visión definida y ordenados sobre la base de sus prioridades e importancia para su cumplimiento y así poder medir las expectativas de los clientes respecto a los productos y servicios".

$$Eficacia = \frac{PL}{PN} \times 100$$

PL: Producción lograda

PN: Producción neta

Anexo 14. Certificado de validación de instrumentos de medición.

5	DIMENSION 5: eficacia $Eficacia = \frac{PL}{PN} \times 100$ PL: Producción lograda PN: Producción meta	Si	No	Si	No	Si	No
		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador Mg: Montoya Cárdenas, Gustavo Adolfo

DNI: 07500140

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial, Magister en Administración Estratégica de Empresas

01 de marzo del 2021

¹ **Coherencia:** El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo
² **Relevancia:** El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo
³ **Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



GUSTAVO ADOLFO
 MONTOYA CÁRDENAS
 INGENIERO INDUSTRIAL
 Reg. CIP N° 144806

Firma del Experto Informante.

5	DIMENSION 5: eficacia $Eficacia = \frac{PL}{PN} \times 100$ PL: Producción lograda PN: Producción neta	Si	No	Si	No	Si	No
		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY

Opinión de aplicabilidad: Aplicable []

Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Dr. / Mg: Ing. Malpartida Gutiérrez Jorge Nelson
 10400346.....

DNI:

Especialidad del validador:.....

.....16....de.....03.....del 2021....

- ¹ Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo
- ² Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar el componente o dimensión específica del constructo
- ³ Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



 Firma del Experto Informante.

5	DIMENSION 5: eficacia $Eficacia = \frac{PL}{PN} \times 100$ PL: Producción lograda PN: Producción neta	Si	No	Si	No	Si	No
		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X]

Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg. Ing. Dávila Laguna Ronald Fernando

DNI: 22423025

Especialidad del validador: **Ingeniero Industrial**

15 de 02 del 2021.

- ¹ Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo
² Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar el componente o dimensión específica del constructo
³ Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo


Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



 Firma del Experto Informante.

Anexo 15. Ficha de Turnitin

feedback studio
Maria Del Rosario Arias Torres | RCM
?



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Implementación de un plan de mantenimiento basado en (RCM) para incrementar la productividad del proceso de mantenimiento de los buses de Empresa Buena Estrella, S.A.C., La Victoria, Lima, 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:
Arias Torres, Maria Del Rosario (0000-0002-9005-2490)

ASESOR:
Mgrt. Ing. Montoya Cárdenas, Gustavo (0000-0001-7188-119X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Gestión empresarial y productiva

Lima - Perú

2021

Resumen de coincidencias

29 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe <small>Fuente de Internet</small>	9 %
2	Entregado a Universida... <small>Trabajo del estudiante</small>	6 %
3	1library.co <small>Fuente de Internet</small>	1 %
4	ingenieriadelmantenim... <small>Fuente de Internet</small>	1 %
5	www.scribd.com <small>Fuente de Internet</small>	1 %
6	repositorio.unheval.edu... <small>Fuente de Internet</small>	1 %
7	fabiansm93.blogspot.c... <small>Fuente de Internet</small>	1 %
8	inba.info <small>Fuente de Internet</small>	1 %
9	dspace.espoch.edu.ec <small>Fuente de Internet</small>	1 %
10	be.com.pe <small>Fuente de Internet</small>	1 %

Página: 1 de 158 Número de palabras: 22028
Text-only Report | High Resolution Activado