

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR JOSÉ MIGUEL CARRERA

PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EMPRESA DE
TRANSPORTE DE PASAJEROS DE MINERA DEL COBRE EN CALAMA

Trabajo de Titulación para optar al Título
Profesional de Ingeniería en Mantenimiento
Industrial con Licenciatura en Ingeniería.

Alumno:

Sr. Pablo Andrés Ovando Pérez

Profesor Guía:

Mg. Ing. Carlos Baldi González

2023

RESUMEN

KEYWORDS: MINIBUS, MERCEDES-BENZ, TRANSPORTE, RCM, METODOLOGÍAS, ROI.

En este trabajo de título tiene por objetivo desarrollar un plan de mantenimiento basado en la literatura referente a RCM, para la flota de minibuses marca Mercedes-Benz Unvi Vario 818D de la empresa Buses CVU utilizada por una empresa contratista que presta servicios en minera Chuquicamata, Calama.

Para la realización de este trabajo de título, primero se recopiló información relevante para este, centrándose en dos aristas principales: Transportes Vehicular de Pasajeros y Mantenimiento Basado en Confiabilidad.

La primera de estas aristas ayudó a comprender el contexto del trabajo, los alcances que tiene el transporte de pasajeros en Calama, su nivel de implementación y las actividades que forman parte del mantenimiento de forma periódica que deben cursar estos vehículos debido a las condiciones extremas que ofrece la minería subterránea.

Por otro lado, la segunda arista entrega las herramientas para desarrollar un plan de mantenimiento acorde la jerarquización de estas actividades rutinarias para posteriormente generar un vínculo entre la problemática principal y la información que se solicita de cuatro meses, mediante un gráfico de dispersión Jack Knife.

Teniendo esta información ordenada y jerarquizada, se procede a reconocer que el sistema de frenos y el de rodados son los que están teniendo mayor impacto en frecuencia de intervenciones y tiempo empleado, cuestión que conversa con la problemática principal.

A partir de esta información se desarrolla el plan, evidenciando el contexto operacional en el que están sometidos cada uno de estos 23 vehículos de la flota y los distintos estándares que deben cumplir para llevar a cabo el transporte de personal. Con estos datos se identificaron las funciones de los dos sistemas para posteriormente desarrollar un análisis de modos y efectos de falla detectado. Con esto se diseña el plan de mantenimiento.

Finalmente, se lleva a cabo una evaluación económica del costo de la propuesta del plan de mantenimiento, en cuanto a insumos necesarios para la realización, la entrega de las actividades en formato de planillas estandarizadas que el personal deberá llevar a cabo, para poder visualizar una panorámica de beneficios que conlleva esta propuesta con un plan RCM, y por supuesto contrastando los costos que incurre la empresa sin un plan RCM.

ÍNDICE

RESUMEN.....2

ÍNDICE 3

ÍNDICE DE FIGURAS.....7

ÍNDICE DE TABLAS.....9

ÍNDICE DE GRÁFICOS.....11

ÍNDICE DE ECUACIONES 11

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA 12

INTRODUCCIÓN 1

OBJETIVOS.....3

CAPÍTULO 1:.....PRESENTACIÓN DEL TEMA

.....4

1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA 5

1.2. CERTIFICACIONES Y ACREDITACIONES 7

1.2.1. Certificación para prestar servicios en Minería 7

1.2.2. Certificaciones de Sistemas de Gestión 8

1.3. LOCALIZACIÓN.....9

1.3.1. Alcance 10

1.4. SERVICIOS.....10

1.4.1. Turismo 11

1.4.2. Industrial 11

1.5. PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO 12

1.5.1. Mantenimiento Preventivo.....12

1.5.2. Mantenimiento Correctivo 13

1.6. SOFTWARE DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO FRACTAL ONE 13

1.6.1. Mantenimiento Predictivo y Preventivo 14

1.6.2. Optimización de Inventario y Gestión de Repuestos 14

1.6.3. Seguimiento de costos.....14

1.6.4. Gestión de equipos móviles 14

1.7. PROBLEMÁTICA 14

1.8. OPERACIONES EN CALAMA 16

1.8.1. Organigrama de instalaciones en Calama 17

1.8.2. Clasificación de vehículos en Calama 18

1.8.3. Clientes en Calama 19

1.8.4. Levantamiento de vehículos UNVI utilizados por clientes 20

1.9.	MINIBUS DE TRANSPORTE DE PASAJEROS MERCEDES BENZ VARIO 818D	21
1.9.1.	Vehículos de la flota y sistemas principales del Minibus Mercedes Benz UNVI Vario 818D.....	22
1.9.2.	Componentes y piezas asociadas al reporte de planilla maestra de la flota de minibuses Mercedes Benz UNVI Vario 818	29
1.9.3.	Jerarquización mediante metodología Jack Knife	29
	CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE TRABAJO EN BASE A RCM (REABILITY CENTERED MAINTENANCE)	32
2.1.	DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE RODADO Y DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES Y IMPORTANCIA EN LA MOVILIDAD VEHICULAR	33
2.1.1.	Palieres	33
2.1.2.	Neumáticos	34
2.1.3.	Diferencial.....	36
2.1.4.	Homocinética	37
2.1.5.	Rodamientos de masa	38
2.2.	DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS Y DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES Y IMPORTANCIA EN LA MOVILIDAD VEHICULAR	40
2.2.1.	Discos de freno	41
2.2.2.	Caliper.....	43
2.2.3.	Sensores de velocidad	43
2.3.	MARCO TEÓRICO DEL RCM	44
2.3.1.	Preguntas del RCM.....	46
2.3.2.	Diagrama de decisión del RCM.....	48
2.4.	PROPUESTA DE TRABAJO BASADO EN RCM.....	49
2.4.1.	Equipo de trabajo	50
2.4.2.	Contexto Operacional	51
2.4.3.	Diagrama EPS del sistema principal.....	52
2.4.4.	Taxonomía según norma ISO 14.224 del Sistema de Frenos y Sistema de Rodado	52
2.4.5.	Metodología de Análisis de Número Prioritario de Riesgo (NPR).....	54
2.5.	TABLA RCM DEL SISTEMA DE RODADO Y DE FRENOS	56
2.5.1.	Sistema de Rodado.....	56
2.5.2.	Sistema de Frenos:	58
2.6.	ANÁLISIS DE DATOS DEL RCM	59
2.6.1.	Criterio de criticidad en RCM.....	59
2.6.2.	Modos de fallos críticos	59

2.6.3. Análisis de hoja de decisión de RCM II 61

2.5.4 Ciclo de análisis de modos de fallas, efectos y criticidad (AMEF) 63

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA PROPUESTA
.....**64**

3.1. COSTOS POR CONCEPTO DE ARRIENDO DE LA FLOTA.....65

3.2. GASTOS INCURRIDOS POR MANTENIMIENTOS EN LA FLOTA 66

3.2.1 Caso del vehículo N° 743 en Geovita 66

3.2.2 Caso del vehículo N° 859 en Geovita 68

3.3. DESGLOSE DE ACTIVIDADES Y DETALLES A PARTIR DEL ARBOL
DE DESICIÓN DEL RCM.....69

3.3.1. Detalle general de actividades en el sistema de frenos 70

3.3.2. Detalle general de actividades en el sistema de rodado 73

3.4. Programa del modelo RCM propuesto a flota de minibuses basado en rcm 79

3.5. COSTOS TOTALES ASOCIADOS A LA PROPUESTA DEL PLAN DE
MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD 81

3.5.1. Resumen de costos de la flota UNVI sin propuesta RCM año 2023 81

3.5.2. Resumen de costos de la flota UNVI con propuesta RCM año 2024 82

3.5.3. Indicador Financiero para el plan RCM propuesto 84

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....87

BIBLIOGRAFÍA.....90

**ANEXO A: EVENTOS CORRECTIVOS EN EL SISTEMA DE CHASIS EN
FLOTA DE MINIBUSES UTILIZADO EN PMCHS, CALAMA.**

**ANEXO B: FRECUENCIA DE FALLAS DE SISTEMA DE MOTOR EN
MINIBÚS UTILIZADO POR EMPRESA CONTRATISTA PRESTADORA DE
SERVICIOS EN PMCHS, CALAMA.**

**ANEXO C: FRECUENCIA DE FALLAS DE SISTEMA DE TRANSMISIÓN EN
MINIBÚS UTILIZADO POR EMPRESA CONTRATISTA PRESTADORA DE
SERVICIOS EN PMCHS, CALAMA.**

**ANEXO D: FRECUENCIA DE FALLAS DE SISTEMA DE DIRECCIÓN EN
MINIBÚS UTILIZADO POR EMPRESA CONTRATISTA PRESTADORA DE
SERVICIOS EN PMCHS, CALAMA.**

**ANEXO E: FRECUENCIA DE FALLAS DE SISTEMA DE RODADO EN
MINIBUS UTILIZADO POR EMPRESA CONTRATISTA PRESTADORA DE
SERVICIOS EN PMCHS, CALAMA.**

**ANEXO F: FRECUENCIA DE FALLAS DE SISTEMA ELÉCTRICO EN
MINIBÚS UTILIZADO POR EMPRESA CONTRATISTA PRESTADORA DE
SERVICIOS EN PMCHS, CALAMA.**

ANEXO G: FRECUENCIA DE FALLAS DE SISTEMA DE CARROCERÍA EN MINIBÚS UTILIZADO POR EMPRESA CONTRATISTA PRESTADORA DE SERVICIOS EN PMCHS, CALAMA.

ANEXO H: FRECUENCIA DE FALLAS DE SISTEMA DE FRENOS EN MINIBÚS UTILIZADO POR EMPRESA CONTRATISTA PRESTADORA DE SERVICIOS EN PMCHS, CALAMA.

ANEXO I: RESUMEN POR TAG DE FALLAS DE SISTEMAS DE A/C EN MINIBÚS UTILIZADO POR EMPRESA CONTRATISTA PRESTADORA DE SERVICIOS EN PMCHS, CALAMA.

ANEXO J: SPAREPART SISTEMA DE FRENOS Y RODADO EJE TRASERO

ANEXO K: SPAREPART DEL SISTEMA DE FRENOS Y RODADO EJE DELANTERO

ANEXO L: ORDEN DE TRABAJO N° 90330 DEL EQUIPO N° 743

ANEXO M: ORDEN DE TRABAJO N° 100191 DEL EQUIPO N° 743

ANEXO N: ORDEN DE TRABAJO N° 104991 DEL EQUIPO N° 743

ANEXO O: ESTADO DE PAGO DE FLOTA ARRENDADA POR GEOVITA DEL MES DE AGOSTO 2023

ANEXO P: ESTIMACIÓN DE COSTOS EN INTERVENCIONES AÑO 2024 CON RCM EN EL MES DE ENERO.

ANEXO Q: ESTIMACIÓN DE COSTOS EN INTERVENCIONES AÑO 2024 CON RCM EN EL MES DE MARZO

ANEXO R: ESTIMACIÓN DE COSTOS EN INTERVENCIONES AÑO 2024 CON RCM EN EL MES DE MAYO.

ANEXO S: ESTIMACIÓN DE COSTOS EN INTERVENCIONES AÑO 2024 CON RCM EN EL MES DE AGOSTO.

ANEXO T: ESTIMACIÓN DE COSTOS EN INTERVENCIONES AÑO 2024 CON RCM EN EL MES DE OCTUBRE.

ANEXO U: ESTIMACIÓN DE COSTOS EN INTERVENCIONES AÑO 2024 CON RCM EN EL MES DE ENERO 2025.

ANEXO V: PROGRAMA DEL MODELO RCM PROPUESTO PARA LA FLOTA DE MINIBUSES

ANEXO W: PLANILLA ESTANDARIZADA PARA PALIERES TRASEROS Y DELANTEROS

ANEXO X: PLANILLA ESTANDARIZADA PARA DISCOS DE FRENO

ANEXO Y: INFORMACIÓN DE CONTACTO OPCIÓN DE VEHÍCULO ATEGO 927 4X4 28+1 BUSSTAR

ANEXO Z: FICHA TÉCNICA VEHÍCULO ATEGO 927 4X4 28+1 BUSSTAR

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Entrada principal CVU Quillota.....	6
Figura 1-2 Interior Taller Quillota	7
Figura 1-3 Certificado SICEP	8
Figura 1-4 Certificaciones normativas de Sistemas de Gestión.....	9
Figura 1-5 Vista aérea Transportes CVU Quillota.....	9
Figura 1-6 Entrada posterior Taller CVU Quillota	10
Figura 1-7 Equipos por rubro Industrial y Turismo.	11
Figura 1-8 Carpeta de rodado de PMCHS con desniveles.....	15
Figura 1-9 Carpeta de rodado con desniveles pronunciados en PMCHS	15
Figura 1-10 Carpeta de rodado inundada en PMCHS.....	16
Figura 1-11 Vista aérea Transportes CVU Calama.....	17
Figura 1-12 Patio exterior taller Calama.	17
Figura 1-13 Organigrama de Sucursal Calama	18
Figura 1-14 Interior taller Calama.....	18
Figura 1-15 Dimensionamiento de minibús Mercedes Benz Vario 818D	22
Figura 1-16 Minibus Mercedes Benz Vario 818D	22
Figura 1-17 Mapa conceptual de componentes y piezas relacionados a las intervenciones comunes de Minibus Mercedes Benz Vario 818D utilizado por empresa contratista prestadora de servicios en “PMCHS”	29
Figura 1-18 Evaluación de cuadrantes metodología Jack Knife	30
Figura 1-19 Jack Knife para evaluar actividades de mantenimiento en flota de 23 minibuses Mercedes-Benz Vario 818D	30
Figura 2-1 Palier trasero Minibús	34
Figura 2-2 Tipos de desgaste en el neumático con sintomatología, causa y solución.	35
Figura 2-3 Geometría de desgaste del neumático.	35
Figura 2-4 Secuencia de torque de pernos para ruedas	36
Figura 2-5 Disposición de sistema de engranajes en un diferencial.	37
Figura 2-6 Conjunto de homocinética.....	38
Figura 2-7 Medición de alabeo en conjunto cubo de rueda	38
Figura 2-8 Despiece de vehículo Mercedes Benz Vario 818D	39
Figura 2-9 Ruta interior mina "PMCHS"	40
Figura 2-10 Partes principales del disco de freno.	41
Figura 2-11 Medición con excesiva desviación en alabeo de disco de freno	41
Figura 2-12 Fenómeno de sobrecalentamiento de disco de frenos	42

Figura 2-13 Cilindro maestro de freno Mercedes Benz Vario 818D 43

Figura 2-14 Tecnología de sensor de velocidad utilizado en minibús Mercedes Benz Vario 818D..... 44

Figura 2-15 Metodología de trabajo en base a literatura RCM.....45

Figura 2-16 Diagrama de decisión RCM abreviado. 49

Figura 2-17 Metodología de trabajo en base a RCM 50

Figura 2-18 Ruta inundada que circulan Minibuses MB Vario 818D 51

Figura 2-19 Diagrama EPS de la operación del transporte de pasajeros en “PMCHS” con vehículo MB Unvi Vario 818D.....52

Figura 2-20 Taxonomía de vehículo basado en ISO14224.....53

Figura 2-21 Esquema Failure mode and Effect Analysis 54

Figura 2-22 Propuesta de solución a la problemática de los modos de fallos críticos.....63

Figura 3-1 Reparaciones correctivas realizadas en vehículo N°859 tras corte de palieres traseros. 68

Figura 3-2 Minibus propuesto como solución al rediseño modelo OPTIMUSS ATEGO BUSSTAR 2024..... 78

Figura 3-3 Dimensionamiento de carrocería de minibus propuesto como solución al rediseño. 79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Clasificación de vehículos utilizados en Calama..... 19

Tabla 1-2 Recuento de vehículos utilizados por clientes en sucursal CVU Calama 21

Tabla 1-3 resumen de vehículos utilizados en empresa contratista estudiada en PMCHS, Calama..... 23

Tabla 1-4 Resumen por TAG de fallas del sistema de chasis en flota de Minibuses utilizado en PMCHS, Calama. 24

Tabla 1-5 Resumen por TAG de fallas del sistema de Motor en flota de Minibuses utilizado por empresa contratista prestadora de servicios en PMCHS, Calama. 24

Tabla 1-6 Resumen por TAG de fallas del sistema de Transmisión en flota de Minibuses utilizado por empresa contratista prestadora de servicios en PMCHS, Calama 25

Tabla 1-7 Resumen por TAG de fallas del sistema de Dirección en flota de Minibuses utilizado por empresa contratista prestadora de servicios en PMCHS, Calama. 25

Tabla 1-8 Resumen por TAG de fallas del sistema de Rodado en flota de Minibuses utilizado por empresa contratista prestadora de servicios en PMCHS, Calama. 26

Tabla 1-9 Frecuencia de fallas de sistema Eléctrico en minibús utilizado por empresa contratista prestadora de servicios en PMCHS, Calama. 26

Tabla 1-10 Resumen por TAG de fallas del sistema de Carrocería en flota de Minibuses utilizado por empresa contratista prestadora de servicios en PMCHS, Calama. 27

Tabla 1-11 Resumen por TAG de fallas del sistema de Frenos en flota de Minibuses utilizado por empresa contratista prestadora de servicios en PMCHS, Calama. 28

Tabla 1-12 Resumen por TAG de fallas del sistema de Aire Acondicionado en flota de Minibuses utilizado por empresa contratista prestadora de servicios en PMCHS, Calama. 28

Tabla 2-1 Modelo de las 7 preguntas y etapas del RCM 46

Tabla 2-2 Identificación de equipo de trabajo..... 50

Tabla 2-3 Item mantenible de Sistema de Rodado..... 53

Tabla 2-4 Item mantenible de Sistema de Frenos 53

Tabla 2-5 Tabla severidad de fallas de ASQ (American Society for Quality)..... 55

Tabla 2-6 Tabla ocurrencia de fallas de ASQ (American Society for Quality) 55

Tabla 2-7 Tabla detección de fallas de ASQ (American Society for Quality)..... 56

Tabla 2-8 Tabla RCM del sistema de rodado de Vehículo Mercedes Benz Vario 818D 57

Tabla 2-9 Tabla RCM del sistema de frenos de Vehículo Mercedes Benz Vario 818D .58

Tabla 2-10 Tabla ponderación NPR del RCM..... 59

Tabla 2-11 Tabla resumen de resultados RPN..... 61

Tabla 2-12 Tareas propuestas basado en árbol de decisión para el Sistema de rodado. ..62

Tabla 2-13 Tareas propuestas basado en árbol de decisión para el Sistema de frenos. ...	63
Tabla 3-1 Resumen de estado de pago y valor del contrato de empresa contratista a buses CVU	65
Tabla 3-2 Costos que incurre la empresa CVU en mantenimientos a vehículo N°743 desde enero a octubre	67
Tabla 3-3 Resumen de costos anualizados de chequeos y pautas de mantenimiento de rodado sin RCM en flota UNVI utilizado en “PMCHS”.	67
Tabla 3-4 Gastos generados por Mantenimiento Correctivo realizado en vehículo UNVI N° 859	69
Tabla 3-5 Tareas propuestas basado en árbol de decisión para el Sistema de frenos.	70
Tabla 3-6 Planilla estandarizada con procedimiento de trabajo para mantenimiento preventivo a discos de freno delanteros y traseros.....	71
Tabla 3-7 Herramientas y repuestos necesarios para abordar modo de fallo crítico 3-A-2.	72
Tabla 3-8 Costos en realizar mantenimiento en los meses de febrero hasta diciembre, considerando solo consumibles para palieres traseros y delanteros.....	72
Tabla 3-9 Detalle de costos anualizados de insumos y mano de obra anualizada para abordar modo de fallo 3-A-2.....	73
Tabla 3-10 Costos anualizados para abordar modo de falla 3-A-2 año 2024	73
Tabla 3-11 Tareas propuestas basado en árbol de decisión para el Sistema de frenos. ...	74
Tabla 3-12 Planilla estandarizada con procedimiento de trabajo para mantenimiento preventivo de palieres traseros y delanteros.	75
Tabla 3-13 Herramientas e insumos año 0 necesarios para mantenimientos a palieres traseros y delanteros.	76
Tabla 3-14 Detalle de costos anualizados de insumos y mano de obra para abordar modo de fallo 1-A-1.	77
Tabla 3-15 Costos totales para abordar modo de falla 1-A-1 año 2024.....	77
Tabla 3-16 Programa del modelo RCM propuesto para la flota de minibuses	80
Tabla 3-17 Costos de intervenciones anualizadas para la flota de Minibus MB Unvi Vario 818D con RCM.	81
Tabla 3-18 Detalle general de liquidez que genera el arriendo de flota de minibuses UNVI sin RCM en el año 2023, aplicando descuentos por mantenimientos.....	82
Tabla 3-19 Estimación del detalle general de liquidez de minibuses UNVI con RCM en el año 2024, aplicando descuentos por mantenimiento.....	83
Tabla 3-20 Interpretación ROI	85
Tabla 3-21 Pérdidas por término de contrato y actividades de rodado incurridas en el año 2023 de la flota de minibuses Vario 818D.....	85

Tabla 3-22 Costos de implementación del RCM para el año 2024.....86

Tabla 3-23 Cálculo ROI del plan RCM propuesto.....86

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1 Proporción de vehículos utilizados en Sucursal Calama. 19

Gráfico 1-2 Cantidad de minibuses Unvi Vario 818D utilizados en contratos en Calama
..... 21

Gráfico 2-1 Puntuación RPN sistema de Rodado. 60

Gráfico 2-2 Puntuación RPN sistema de Frenos..... 60

Gráfico 3-1 Detalle de liquidez de la flota de minibuses UNVI sin RCM en el año 2023,
aplicando descuentos por mantenimiento. 82

Gráfico 3-2 Estimación del detalle general de liquidez de flota de minibuses UNVI con
RCM en el año 2024, aplicando descuentos por mantenimiento 83

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 2-1 Número Prioritario de Riesgo 54

Ecuación 3-1 Retorno de Inversión..... 84

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

MTBF: Mean Time Between Failures (Tiempo Medio Entre Fallos).

RCM: Reability Centered Maintenance. (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad).

MCC: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

MB: Mercedes Benz.

PMCHS: Proyecto Minero Chuquicamata.

SICEP: Sistema de Calificación de Empresas y Proveedoras de Bienes y Servicios.

OHAS: Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

EPS: Entrada – Proceso – Salida.

AMEF: Análisis de Modos y Efectos de Falla.

8D: Método Ocho Disciplinas.

Six Sigma: Lean Six (Estrategia de Mejora de los Procesos)

TPM: Total Productive Maintenance (Mantenimiento Productivo Total).

FF: Frecuencia de fallas.

MTTR: Mean Time To Repair.

TFS: Tiempo fuera de servicio.

TPFS: Tiempo promedio fuera de servicio.

RPN: Risk Priority Number (Número Prioritario de Riesgo).

UNVI: Modelo referido a Mercedes-Benz Vario 818D.

1-A-1: Código de Modo de Falla “Corte de palieres traseros y delanteros”.

3-A-2: Código de Modo de Falla “Discos de frenos desgastados”.

ROI: Return on Investment (Retorno de Inversión).

CLP\$: Peso chileno.

US\$: Dólar Estadounidense.

PSI: Pound per-Square Inch (libras por pulgada cuadrada).

h: horas.

km: kilómetro.

CV: Caballo Vapor.

Nm: Newton metro.

ABS: Anti-Lock Brake System (Sistema de Frenos Antibloqueo).

IVA: Impuesto de Valor Agregado.

mm: milímetro

INTRODUCCIÓN

El transporte de personal a través de autobuses es una parte esencial de la logística en muchas empresas e instituciones. Sin embargo, el impacto de este servicio producto a las malas condiciones del terreno y el desgaste acelerado que conlleva realizar estas actividades diariamente en un ámbito minero es un tema que merece una atención especial. Estos vehículos no solo son responsables de llevar a los empleados de un punto a otro, sino que también están sometidos a un constante estrés mecánico debido a las irregularidades del terreno y al ritmo repetitivo de operación. En este sentido, es crucial comprender cómo estas condiciones pueden afectar no solo la vida útil de los autobuses, sino también la seguridad y comodidad de los pasajeros.

El uso continuo de autobuses para el transporte de personal dentro de las minas implica desafíos significativos debido a las condiciones exigentes de las rutas de tránsito. Estas rutas, caracterizadas por su complejidad y dificultad, aceleran el desgaste de diversas piezas y componentes de los vehículos. A medida que pasa el tiempo, este desgaste se intensifica, llevando a un incremento en la frecuencia de fallas mecánicas.

Como consecuencia, hay una disminución notable en la vida útil de las piezas de repuesto, lo que representa un desafío adicional para el mantenimiento y la operatividad eficiente de estos vehículos en entornos mineros

El Proyecto Minero Chuquicamata (PMCHS) enfrenta desafíos ambientales significativos que impactan directamente en las operaciones mineras. El terreno irregular, caracterizado por desniveles pronunciados y hundimientos, junto con caminos mal mantenidos y rellenos inadecuados, presenta un desafío constante. Además, la acumulación de materiales reduce el espacio disponible, complicando aún más la logística. Las frecuentes inundaciones y la alta presencia de polvo y barro en las rutas no solo dificultan el tránsito, sino que también aceleran el desgaste mecánico de los equipos.

La frecuencia de fallas de los componentes principales debido a esta situación es mayor a las esperadas por el fabricante, estas suelen afectar principalmente a desperfectos como al sistema de amortiguación, daños en la carrocería, desperfectos eléctricos, problemas el sistema de rodado y en el sistema de frenos. Si bien estas fallas son comunes en todo tipo de vehículo, se vuelven más pronunciadas y frecuentes dentro del subterráneo. La razón de esta situación es el entorno de trabajo extremo en que se operan estos vehículos y factores externos que son constantes y nocivos para la mecánica integral del automóvil.

El sistema de amortiguación, que es crucial para garantizar un viaje suave y cómodo para los pasajeros, sufre una tensión constante debido a las superficies accidentadas de la mina. La carrocería también está expuesta a golpes y daños debido a la topografía irregular. Los problemas eléctricos pueden surgir a medida que la humedad y el polvo afecten a los enchufes y/o componentes eléctricos del vehículo. El sistema de rodado, que incluye los neumáticos y suspensión, se ve sometido a un estrés inusual debido a la naturaleza del terreno. Además, el sistema de frenos también enfrenta un desgaste acelerado debido a la necesidad constante de frenar en terrenos desafiantes.

Las fallas mecánicas, si bien son comunes en todos los vehículos, presentan una frecuencia y severidad significativamente mayores en el contexto del transporte subterráneo de personal. Esta particularidad subraya la imperiosa necesidad de implementar un programa de mantenimiento y gestión exhaustivo para la flota de autobuses. La adopción de tal programa es esencial no solo para asegurar la seguridad de los trabajadores durante su traslado, sino también para incrementar la eficiencia operativa en un entorno tan exigente.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un plan de Mantenimiento para el vehículo Mercedes Benz Vario 818D de la empresa de transporte de pasajeros en Calama, empleando metodologías de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC), incluyendo la elaboración de planillas de trabajo estandarizadas.

OBJETIVOS ESPECÍFICO

Diagnosticar el vehículo utilizado para el transporte de personal de interior mina, a través de herramientas de análisis de criticidad, identificando las fallas más recurrentes mediante el análisis de datos históricos y registros de la empresa, con el propósito de determinar los sistemas críticos del vehículo.

Desarrollar una metodología para el Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF), incluyendo la identificación de sus Causas y su Criticidad, junto con enfoque de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, estableciendo acciones y actividades para la elaboración del plan de Mantenimiento.

Elaborar las tareas de Mantenimiento y evaluar mediante un análisis de técnico-económico por medio de indicadores, determinando la viabilidad de la propuesta.

CAPÍTULO 1: PRESENTACIÓN DEL TEMA

1. PRESENTACIÓN DEL TEMA

En este capítulo se enfocará el reconocimiento de la información relacionada con los servicios proporcionados por la empresa de transporte de pasajeros, los diversos tipos de mantenimiento realizado en los vehículos y las sucursales en funcionamiento., especialmente en la ciudad de Calama. Esta sucursal tiene contratos con empresas contratistas del sector minero, siendo una de ellas responsable de una alta tasa de fallas a una flota particular de minibuses que operan en el interior de la mina de Chuquicamata.

La sucursal de Calama hace entrega de un resumen de las actividades correctivas de mantenimiento que han llevado a cabo durante los meses de mayo, junio, julio y agosto. A partir de este historial de fallas se evaluará el sesgo de estas muestras mediante un método de jerarquización para posteriormente comparar estos datos con la problemática acontecida y definir qué sistemas son los que requieren de mayor atención.

1.1. **ANTECEDENTES DE LA EMPRESA**

La empresa de transporte de pasajeros es una empresa familiar chilena con amplia trayectoria fundada en 1996 por su actual gerente general el Sr. Cesar Villegas Urrutia. Hasta el día de hoy la empresa ha participado en diferentes proyectos y actividades las cuales siempre ha caracterizado por la alta calidad de sus servicios y maquinarias, siempre aportando hacia sus clientes entregando un servicio placentero al momento de viajar, comodidad y seguridad. El personal contratado es altamente calificado en cada una de sus funciones, debido a las constantes capacitaciones que se realizan con la finalidad de apuntar a un servicio confiable y de excelencia.

Las operaciones de esta organización se centralizan en Quillota, donde existe un taller bastante equipado con equipos, herramientas e instrumentación para realizar las actividades de mantenimiento. Con el pasar de los años se ha sentido la necesidad de abrir talleres en otros lugares del país por la continua expansión del negocio con nuevos clientes. Las nuevas instalaciones abiertas a lo largo de Chile cuentan también con un departamento de operaciones y mantenimiento, en estas hospedan los vehículos que requieran de intervenciones preventivas, correctivas.

Figura 1-1 Entrada principal CVU Quillota



Fuente: Fotografía tomada en visita de casa matriz.

En la figura 1-1, se aprecia la entrada principal del área de administración en Quillota, cuenta con entrada vigilada con personal de seguridad en portón de entrada. El taller comprende una fundación adecuada con un gran espacio para aproximadamente 6 buses doble piso interurbano, posee pozos, balanceadora de neumáticos, elevadores hidráulicos y neumáticos, herramientas y equipamiento de reparación de aire acondicionado, etc.

La unidad de mantenimiento genera órdenes de trabajo de tipo preventiva o correctivas basadas en kilómetros recorridos, para que sus técnicos den ejecución a los trabajos asociados. Estos trabajos pueden tratarse de intervenciones en el block del motor, como también en otros sistemas del vehículo como, en el tren delantero, tren trasero, chasis, amortiguación, carrocería, sistema eléctrico, entre otros.

Las intervenciones mayores en el block como ajustes o cambios de anillos, como una forma de renovar el rendimiento de este, la empresa lo realiza por sobre el 1.000.000 de km en motores Mercedes, mientras que en motores Volvo puede requerir un ajuste de motor a los 1.500.000 de km.

La bodega se encarga de la logística de los pedidos, de la recepción y abastecimiento de repuestos e insumos que se van solicitando a medida que se vayan presentando las fallas. Hoy en día, bodega busca adquirir repuestos en caso de falla para no generar sobre stock, ya que almacena gran cantidad de repuestos que ya no se utilizan por ser de vehículos discontinuados. Esto ocasiona gran cantidad de dinero invertido, detenido y sin producir, por lo que es una práctica que se busca eliminar.

Figura 1-2 Interior Taller Quillota



Fuente: Fotografía tomada al interior del taller de CVU Quillota

1.2. **CERTIFICACIONES Y ACREDITACIONES**

La acreditación y certificación de esta empresa es esencial para cumplir con los estándares requeridos por el rubro minero y de construcción, debido a que estos sectores laborales exigen garantizar que sus equipos se encuentren en las mejores condiciones de seguridad para sus trabajadores. Estas certificaciones generan una mejor imagen corporativa, competitividad y abren oportunidades comerciales para establecer acceso a contratos específicos.

1.2.1. **Certificación para prestar servicios en Minería**

La empresa acredita sus rubros de transporte de personal y arriendo de buses por medio de certificación de SICEP (Sistema de Calificación de empresas y proveedoras de bienes y servicios), desde el año 2011. Para mantener esta certificación, la empresa anualmente debe actualizar su información financiera, legal y curricular que se encuentra en el sistema, con el propósito de mantener su estado vigente para los usuarios con la finalidad de garantizar que cumplan con ciertos estándares necesarios para participar en licitaciones o contrataciones públicas.

La certificación se otorga después de evaluar las habilidades y competencias que la empresa debe poseer. En caso de suceda alguna controversia con los requisitos solicitados por SICEP, en algunos casos podría actuar como árbitro ante procesos judiciales.

Figura 1-3 Certificado SICEP



SISTEMA DE CALIFICACIÓN
DE EMPRESAS PROVEEDORAS
DE BIENES Y SERVICIOS

CERTIFICADO

SICEP certifica que la Empresa César Patricio Villegas Urrutia R.U.T.: 7236895-3, está inscrita desde el 08 de abril de 2011 y a la fecha su Estado de Situación es la siguiente:

Información Registrada en SICEP		Observaciones
A.- Situación General		
Vigente		
Financiero	Tamaño 0	
Patrimonio (US\$)	28.119.787,98	
Capital de Trabajo (US\$)	-234.470,78	
Último Año de EE.FF.	2020	
Vigencia	Hasta Julio de 2022	
B.- Competencias Básicas (evaluación SICEP)		
Vigente		
Categoría	A	
Resultado Evaluación	94,96 %	
Evaluación por Dimensiones (%):		
INFRAESTRUCTURA	86,9	
RECURSOS HUMANOS	95,83	
CALIDAD	80,55	
GESTIÓN AMBIENTAL	100	
SEGURIDAD Y SALUD	100	
CONECTIVIDAD Y AUTOMATIZACIÓN	100	
COMUNIDAD	100	
Vigencia	Hasta el 28 de febrero de 2022	
C.- Rubros (Acreditados)		
Clase	Rubro	Sub-rubro
Servicios Generales	Transportes	Transporte de Personal
Servicios Generales	Atiende	Atiende de Buses
D.- Observación Informe Legal		
Sin Observaciones		

Fuente: www.sicep.cl

1.2.2. Certificaciones de Sistemas de Gestión

La empresa mantiene vigente 3 certificaciones de sistemas de gestión otorgados por Andes Cert, los cuales están siendo aplicados como política en el sistema de gestión integrado de la empresa.

Estas normativas se refieren a OHAS 18001:2007 dedicada al sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional, obtenida el año 2018 y con alcance al transporte de personal para Minería y Construcción; normativa 14001:2015 acerca de la “Gestión Ambiental”, obtenida el año 2021 con alcance al transporte de personal para la Minería, Construcción y Turismo. Y la normativa ISO9001:2015 se refiere a “Gestión de la Calidad”, obtenida el año 2021. Con alcance al transporte de personal para la Minería, Construcción y Turismo.

Cabe destacar que la empresa también aspira a certificarse en normativa ISO39001 referida a “Gestión en Seguridad Vial”, con la finalidad abrirse a otros mercados, como licitaciones que exigen un cierto estándar de procesos o certificaciones asociadas.

Figura 1-4 Certificaciones normativas de Sistemas de Gestión



Fuente: Andes Cert,

1.3. LOCALIZACIÓN

Las instalaciones de la empresa de Quillota abarcan un área aproximada de 20.592 m2 (2 ha), en Parcela el Peuco Lote 2, km12, Caletera 7, Quillota, Región de Valparaíso.

Figura 1-5 Vista aérea Transportes CVU Quillota



Fuente: Extraída de Google Earth.

En la figura 1-6 se aprecia la entrada posterior del taller de Quillota donde se encuentra en mantenimiento un bus doble piso interurbano. El personal del interior del taller se compone por 7 mecánicos, 3 eléctricos, el supervisor de turno, jefe de mantenimiento, oficina técnica, administración y operaciones.

Figura 1-6 Entrada posterior Taller CVU Quillota



Fuente: Fotografía tomada del exterior del taller de CVU Quillota.

1.3.1. Alcance

A lo largo de Chile, transportes CVU cuenta con un total de 14 sucursales los cuales se ubican en Iquique, Mejillones, Antofagasta, Calama, Diego de Almagro, Copiapó, Potrerillos, Caserones, Catemu, Los Andes, Quillota, Alto Maipo, Rancagua y Puerto Montt. Cabe destacar que, en cada una de estas ubicaciones, la empresa cuenta con un taller en donde se realizan los mantenimientos correspondientes con su respectiva área de operaciones y administración.

Actualmente la empresa posee una flota de más de 800 vehículos a lo largo de Chile, cuenta con contratos de transporte de personal de rubro minero y construcción y turismo, realizando recorridos interurbanos como también al interior de faenas mineras.

1.4. SERVICIOS

El servicio de transporte de pasajeros de carácter privado. Se entrega principalmente al rubro Industrial y al Turismo. Para cubrir estos requerimientos la empresa cuenta ampliamente con una gran gama de vehículos preparados para cada rama con la finalidad de dar cumplimiento al contexto en donde será utilizado.

Con la certificación de SICEP, el servicio de transporte de pasajeros y arriendo de buses puede prestarse en tres tipos de rubros, en el área de construcción, minería y en el de turismo. En el caso del de arriendo de buses, la empresa arrienda los vehículos, pero no los choferes, en el caso de transporte de pasajeros, se arrienda el vehículo con conductor.

Adicionalmente la empresa posee un equipo técnico encargado de realizar los mantenimientos y reparaciones a los vehículos de forma interna.

Figura 1-7 Equipos por rubro Industrial y Turismo.



Fuente: www.busescvu.cl

1.4.1. Turismo

El alcance de este sector del servicio entregado a personal de trabajadores en el área del Turismo, que necesitan viajar largos trayectos para llegar a sus puestos laborales, estos pueden ser interurbanos en carretera como también en caminos hacia el interior. Estos vehículos sufren menos desgaste que los de uso industrial ya que no son expuesto a condiciones ni rutas extremas.

Las flotas de buses se distinguen por el piso, por ejemplo, los de doble piso interurbano, bus industrial, y de piso simple interurbano. en este segmento los modelos utilizados por la empresa son, Mercedes Benz 500RSD (Bus), Volvo B420 (Bus).

1.4.2. Industrial

Principalmente los vehículos utilizados en este segmento corresponden al rubro de la construcción y minería, estos deben ser más compactos para afrontar las pistas y caminos más reducidos dentro y fuera de la mina. En algunas faenas mineras se exige que los vehículos que circulen dentro de una faena minera deben estar equipados con barras antivuelco.

Dada las condiciones en que estos vehículos están expuestos, sin duda sufren un desgaste más significativo, el trayecto con muchas imperfecciones en la vía, obstáculos que obligan a realizar más maniobras de lo normal y que a corto tiempo puedan transformarse en un daño potencial a un componente de los sistemas involucrados.

Dentro de este segmento podemos encontrar a los modelos de MB Vito Tourer (Van), MB UNVI Vario 818D (Minibus), MB Sprinter 315 CDI (Minibus), MB Citan 109 CI, MB Sprinter 516 CDI, MB 114 CDI.

1.5. **PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO**

Se basan principalmente en los km de trabajo de los vehículos, y en base a estos km de operación se establecen y planean los mantenimientos establecidos por planillas maestras realizadas en Microsoft Excel, y oportunamente la empresa aspira y busca estandarizar estas actividades vía software, como lo es Fractal One.

Estas actividades rutinarias son de tipo mensual, otras por km cumplidos para todas las flotas que se encargan al transporte de pasajeros, como también los vehículos que se utilizan para transporte interno en la empresa. Cabe destacar que los km recorridos son apuntados diariamente por el chofer a cargo de los trayectos y comunicados a la jefatura de turno.

1.5.1. **Mantenimiento Preventivo**

Actualmente se tienen establecidas frecuencias de mantenimientos por km recorrido, tales como, “chequeo de sistemas críticos” que es un mantenimiento se realiza cada 3.000 km por cada vehículo y principalmente son revisiones de corta duración para determinar si algún punto crítico como en el sistema de rodado o en el sistema de frenos requiera alguna intervención de mayor atención, con la finalidad de poder programarlo con anticipación antes que se produzca una potencial falla. Adicionalmente se realizan mantenimientos preventivos cada 1.500 km se ataca principalmente puntos de engrases y lubricación, verificaciones, revisiones y torque de ruedas. Por otro lado, también se realizan pautas cada 15.000 km, donde se da la libertad de poder generar una reparación de mayor duración respecto a las verificaciones anteriores, como también atacar nuevamente puntos de lubricación y engrases, verificar juegos de terminales, cambios de aceites, etc. ordenes de trabajo programadas cada 15.000 km.

Debido a la demanda de fallas recurrentes al sistema de rodado, se establece también una pauta especial a este sistema, que se realiza cada 10.000 km y si bien conlleva a lo mismo de las anteriores, esta adiciona la posibilidad de cambio de las masas traseras y delanteras, verificaciones de las juntas cardánicas, retenes de masa, cambios de palieres, rodamientos, cambios de caliper, pastillas de freno, cambio de pernos, etc.

1.5.2. Mantenimiento Correctivo

Las fallas que se puedan presentar durante la operación del servicio de transporte de pasajeros son apoyadas por el personal técnico que se encuentre en turno. El procedimiento para la autorización del trabajo es el siguiente:

- Conductor informa de la novedad de la falla
- Una vez que el jefe de turno prioriza la ejecución del trabajo, se procede a generar la OT (orden de trabajo).
- Una vez que el jefe de turno prioriza la ejecución del trabajo, se procede a generar la OT (orden de trabajo).
- Se asigna al técnico encargado de la labor y es trasladado al sitio del suceso.
- Al corregir la condición, se realiza el cierre de la orden de trabajo, indicando la actividad que se tuvo que realizar, añadiendo información de los materiales utilizados.

1.6. SOFTWARE DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO FRACTTAL ONE

Fractal One es una plataforma tecnológica para la gestión del mantenimiento y activos, su principal función es administrar y optimizar el mantenimiento de equipos, instalaciones y flotas. Es un software que permite la interacción digital por medio de nubes con la finalidad de mantener la información en línea en todas las oficinas o sucursal en donde se utilice. Permite a la empresa planificar, programar y realizar seguimientos al mantenimiento preventivo y correctivo de sus activos. Los beneficios de utilizar este software son los siguientes:

1.6.1. Mantenimiento Predictivo y Preventivo

Permite programar el mantenimiento de los vehículos en función de datos históricos y patrones de desgaste, lo que ayuda a prevenir fallas inesperadas y a mantener la flota en óptimas condiciones debido a la información que ofrece la plataforma.

1.6.2. Optimización de Inventario y Gestión de Repuestos

Este software tiene la capacidad de generar una gestión de inventario de repuestos para mantener un abastecimiento eficiente, asegurando que se dispongan las piezas y componentes necesarios para el mantenimiento oportuno de la flota.

1.6.3. Seguimiento de costos

Se proporcionan herramientas para realizar un seguimiento detallado de los costos incurridos en mantenimiento, lo que ayuda a identificar los presupuestos anuales y optimizar estrategias de gestión de activos.

1.6.4. Gestión de equipos móviles

Permite el seguimiento en tiempo real de la ubicación y el estado de los vehículos, lo que facilita la programación de las actividades de mantenimiento, ayudando a reducir los tiempos de inactividad.

1.7. **PROBLEMÁTICA**

En una de las reuniones realizadas en la casa matriz con Sr. Francisco Villegas Cornejo (jefe de Mantenimiento Central Transportes CVU), indica que, Sucursal Calama requiere de atención, ya que existen fallas afectando recurrentemente al sistema de rodado y de frenos en una flota de Minibuses utilizados en la ciudad de Calama en minera “PMCHS”. Si bien estos componentes tienen una durabilidad de aproximadamente 4 años a un ritmo de 135.000 km a 160.000 km en condiciones óptimas de tránsito según el fabricante Mercedes Benz, estos presentan una vida de 3

meses o 12.330 km, transitando 137 km diarios, esto debido principalmente a las condiciones del terreno en interior mina.

Figura 1-8 Carpeta de rodado de PMCHS con desniveles.



Fuente: Fotografía tomada para indicar condiciones de carpeta de rodado en PMCHS.

Por lo anterior, la empresa mandante Codelco está solicitando que los mantenimientos se realicen directamente en concesionaria Kaufmann para evitar problemas de mantenibilidad y estos puedan durar más de los 3 meses. Esto se convierte en un gran tema debido a que realizar los mantenimientos en concesionaria aumentaría considerablemente los costos de reparación de cada vehículo, lo cual no sería factible para toda la flota de vehículos. Por lo tanto, se considera recurrir a herramientas de análisis para organizar las actividades de mantenimiento, dirigir y destinar los esfuerzos de forma ordenada a los componentes más afectados de la flota.

Figura 1-9 Carpeta de rodado con desniveles pronunciados en PMCHS



Fuente: Elaboración propia para indicar condiciones subestándares de carpeta de rodado

A partir de lo anterior se planteará la metodología de análisis de modos y efectos de fallos, sus causas y criticidad, indicando los costos que la empresa debe incurrir por actividades de mantenimiento, generando un plan recomendable propuesto para la flota de los 23 vehículos trabajando bajo las mismas condiciones operacionales y que presentan los mismos modos y efectos de fallos. Esto con la finalidad de contribuir en el desarrollo constante en materias de la información, permitiendo que la empresa pueda acceder a planillas estandarizadas de trabajo que le permita aclarar las tareas de mantenimiento y estimar los costos a solicitar cada año referentes a mantenimientos para esta flota de vehículos.

Figura 1-10 Carpeta de rodado inundada en PMCHS



Fuente: Elaboración propia para indicar condiciones subestándares de carpeta de rodado

1.8. OPERACIONES EN CALAMA

El loteo de la base de Calama de Transportes CVU es de aproximadamente de 30.000 m2. Se ubica entre sector Casa Blanca y Cancha los Canelos, frente a calle Cobija 3650. En aquel terreno existe una instalación con talleres dedicadas a las operaciones locales.

Figura 1-11 Vista aérea Transportes CVU Calama



Fuente: Google Earth

Figura 1-12 Patio exterior taller Calama.



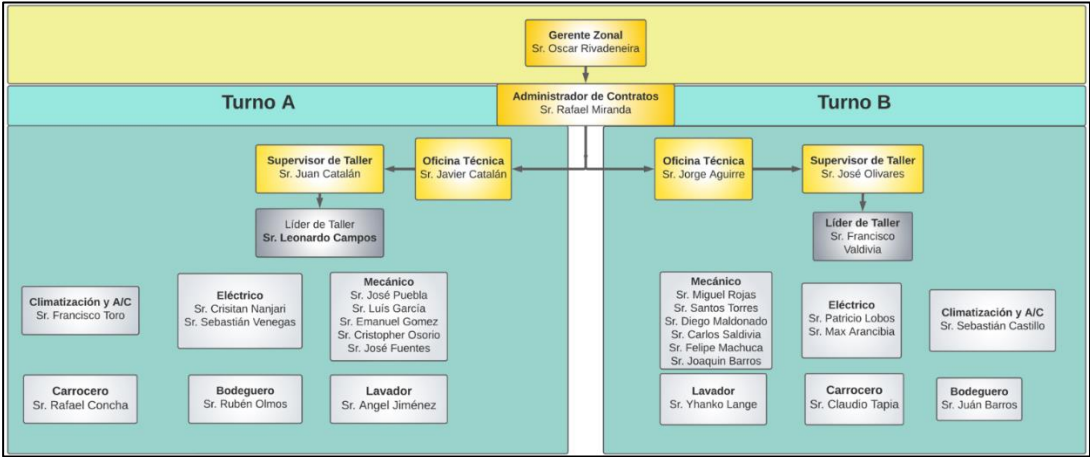
Fuente: Fotografía tomada en base CVU Calama.

1.8.1. Organigrama de instalaciones en Calama

Se compone por dos turnos, el cual se encuentra a cargo del A, el Sr. Javier Catalán (Oficina técnica) y Sr. Juan Catalán (Supervisor de taller), la cuadrilla del personal consta de 5 mecánicos, 2 eléctricos, 1 climatizador, 1 carrocerero, 1 lavador y 1 encargado de bodega.

Por otro lado, los encargados del turno B es el Sr. Jorge Aguirre (Oficina técnica) y el Sr. José Olivares (Supervisor de taller) y su cuadrilla se compone de 6 mecánicos, 2 eléctricos, 1 climatizador, 1 lavador y 1 encargado de bodega.

Figura 1-13 Organigrama de Sucursal Calama



Fuente: Elaboración propia a partir de información recopilada de Sucursal Calama

Figura 1-14 Interior taller Calama.



Fuente: Fotografía tomada en Sucursal Calama

1.8.2. Clasificación de vehículos en Calama

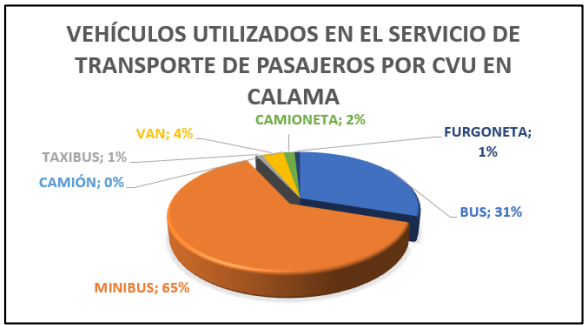
Los modelos de vehículos que la empresa utiliza con los contratos vigentes en Calama son Minibuses en su mayor proporción, Buses, Van, Furgonetas, Camionetas y Taxi buses. La gran mayoría son de marca Mercedes Benz.

Tabla 1-1 Clasificación de vehículos utilizados en Calama.

Clasificación	Vehículos utilizados en Calama
VAN	Mercedes-Benz Vito Tourer 114 CDI
TAXIBUS	Mercedes-Benz LO 916 48
MINIBUS	Mercedes-Benz Vario 818D
MINIBUS	Mercedes-Benz Sprinter 315 CDI
FURGONETA	Mercedes-Benz Citan 109 CDI
BUS	Mercedes-Benz 0500RS
BUS	Volvo B420R
BUS	Mercedes-Benz 0500RS E5
CAMIONETA	Toyota Hilux 2,4

Fuente: Elaboración propia a partir de planilla maestra CVU

Gráfico 1-1 Proporción de vehículos utilizados en Sucursal Calama.



Fuente: Elaboración propia a partir de planilla maestra CVU

Existen 112 vehículos utilizados en las operaciones de Calama, de los cuales el 65% de la flota corresponde a minibús, vehículos encargados de transitar por interior mina y es la categoría que la empresa ha reportado por tener mayores fallas en el último tiempo, por lo que la empresa CVU busca mejorar el plan de mantenimiento a esta flota de minibuses.

1.8.3. Cientes en Calama

Los clientes de Transportes CVU del año 2023 que subcontratan el servicio de transporte de pasajeros son Sk Chancado PMCHS, Geovita PMCHS, Zublin Subterránea, Consorcio Acciona Ossa.

1.8.3.1.Geovita

Empresa contratista prestadora de servicios mineros a Codelco en Proyecto Minero Chuquicamata, se dedica principalmente a las operaciones mineras, al desarrollo minero, explotación de minas, fortificaciones, construcción de cavernas, silos, túneles, galerías, chimeneas, piques, montajes, obras civiles, transporte de mineral. Mantiene externalizado el servicio de transporte de personal a buses CVU con 24 vehículos Mercedes Benz Vario 818D con choferes a cargo, sin embargo, se reporta que es el cliente que lidera las fallas más recurrentes en estos equipos.

1.8.3.2.Consorcio Acciona Ossa (ACOP):

Empresa de servicios del ámbito minero que desempeña labores en Codelco División Chuquicamata (PMCHS), cuenta con equipamiento para realizar desarrollos mineros en túneles, equipamiento de topografía, equipos de perforación, fortificación y aperturadores, equipos de levante (izaje), para ejecutar distintas labores en interior mina como montajes a ventiladores, líneas de drenaje como también servicios mineros, entre otros. Cuenta con un total de 16 vehículos Mercedes Benz Vario 818D en arriendo con choferes a cargo.

1.8.3.3.Zublin Subterránea:

Empresa de construcción dedicada principalmente a la construcción subterránea. Se desempeña con cuadrillas en Codelco División Chuquicamata en la confección de túneles, cavernas, galerías, servicios mineros de procesos (carguío y transporte de mineral), y explotación. Obras subterráneas y proyectos de ingeniería civil en general como centrales hidroeléctricas, diques y presas. Esta empresa cuenta con 16 vehículos Mercedes Benz Vario 818D arrendados sin choferes.

1.8.4. Levantamiento de vehículos UNVI utilizados por clientes

El 65% de la flota de Calama corresponden a 67 equipos Mercedes Benz Vario 818D 4x4 más 6 Sprinter 315 CDI. El modelo Vario 818D es el vehículo más utilizado en el ámbito minero y construcción. De estos 67 equipos están destinados a los siguientes contratos:

Tabla 1-2 Recuento de vehículos utilizados por clientes en sucursal CVU Calama

Clientes	Vehículos Contratados
Calama Administración	12
SK Chancado PMCHS	5
Geovita PMCHS	23
Zublin Subterránea	11
Consorcio Acciona Ossa	16
Total	67

Fuente: Elaboración propia a partir de planilla maestra CVU

La administración de Calama posee 12 vehículos en back up y que están en proceso de acreditación para futuros contratos, y que aún no se ha definido la empresa que tomará estos servicios, sin embargo, se encuentran operativos ante cualquier requerimiento.

Se logra apreciar en el gráfico que la empresa Geovita mantiene un total de 23 equipos resultando el 34% de la flota total de minibuses Vario 818D, siendo esta empresa contratista la que lidera las fallas de estos equipos, según lo conversado con jefaturas de Calama, por lo tanto, el siguiente estudio en adelante se refiere a la flota de minibuses de que utiliza esta empresa.

Gráfico 1-2 Cantidad de minibuses Unvi Vario 818D utilizados en contratos en Calama



Fuente: Elaboración propia a partir de planilla maestra CVU de vehículos por clientes en Sucursal Calama

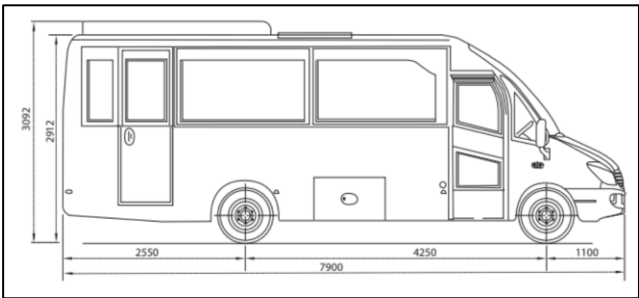
1.9. MINIBUS DE TRANSPORTE DE PASAJEROS MERCEDES BENZ VARIO 818D

El bus Mercedes Benz Vario 818D cabina larga, diseñado con tracción en las 4 ruedas es un vehículo resistente y versátil que permite moverse con facilidad a través de

caminos irregulares y terrenos difíciles o desiguales en el caso de faenas mineras. Su capacidad es para un total de 25 pasajeros más el asiento del conductor.

La capacidad de carga de este vehículo es de 2090 kg y su peso neto es de 5400 kg. Este vehículo se caracteriza por su capacidad en transportar pasajeros, posee una cabina muy espaciosa adaptada a las comodidades y seguridad del pasajero. Su diseño compacto resulta ser un modelo ágil para moverse dentro del túnel. Más información en Anexos.

Figura 1-15 Dimensionamiento de minibús Mercedes Benz Vario 818D



Fuente: Ficha técnica Kauffman.

Figura 1-16 Minibus Mercedes Benz Vario 818D



Fuente: Fotografía tomada en Taller Calama.

1.9.1. Vehículos de la flota y sistemas principales del Minibus Mercedes Benz UNVI Vario 818D

Los siguientes datos que a continuación se detallarán son extraídos de la planilla maestra utilizada por sucursal CVU de Calama, indicando los movimientos de actividades que los técnicos debieron cursar con los equipos utilizados por una empresa contratista en “PMCHS” durante los meses de mayo, junio, julio y agosto. A partir de

esta información, los datos se analizarán para generar un modelo de jerarquización indicando frecuencia de intervenciones y tiempos de reparación.

La siguiente planilla indica características técnicas de cada vehículo, como N° interno, patente, modelo y año, los cuales se analizarán en el modelo de jerarquización.

Tabla 1-3 resumen de vehículos utilizados en empresa contratista estudiada en PMCHS, Calama.

Nº	Nº Interno	Patente	Modelo	Año
1	659	KLPZ33	UNVI VARIO 818D	2015
2	660	KLPZ34	UNVI VARIO 818D	2015
3	665	KLPZ41	UNVI VARIO 818D	2015
4	667	KLPZ43	UNVI VARIO 818D	2015
5	669	KRWX11	UNVI VARIO 818D	2015
6	670	KRWX12	UNVI VARIO 818D	2015
7	681	KRWX31	UNVI VARIO 818D	2015
8	704	KVJB69	UNVI VARIO 818D	2015
9	706	KVJB71	UNVI VARIO 818D	2015
10	719	KVJB90	UNVI VARIO 818D	2015
11	722	KVJB94	UNVI VARIO 818D	2015
12	725	KVJB97	UNVI VARIO 818D	2015
13	727	KVJB99	UNVI VARIO 818D	2015
14	739	LCFP33	UNVI VARIO 818D	2015
15	740	LCFP34	UNVI VARIO 818D	2015
16	742	LFJL11	UNVI VARIO 818D	2015
17	743	LFJL14	UNVI VARIO 818D	2015
18	766	LFJL47	UNVI VARIO 818D	2015
19	831	LLDC79	UNVI VARIO 818D	2015
20	832	LLDC80	UNVI VARIO 818D	2015
21	833	LLDC81	UNVI VARIO 818D	2015
22	856	LTFV34	UNVI VARIO 818D	2015
23	859	LTFV37	UNVI VARIO 818D	2015

Fuente: Planilla maestra CVU Flota de vehículo de empresa contratista estudiada.

Existen 23 Minibuses utilizados en operaciones Calama por empresa contratista prestadora de servicios en “PMCHS” operativos.

Cabe destacar que la siguiente información contempla la flota completa de minibuses Mercedes Benz Vario 818D que contribuyen en el mismo contexto operacional.

1.9.1.1.Sistema de Chasis

Es el cuerpo base estructural que soporta y mantiene unidos de forma integral a todos los componentes mecánicos del vehículo, posee una distancia entre ejes de 4250 mm, el modelo es UNVI VARIO 818D y resiste una capacidad máxima de 8200 kg

Tabla 1-4 Resumen por TAG de fallas del sistema de chasis en flota de Minibuses utilizado en PMCHS, Calama.

Referencia	Intervenciones más recurrentes	FF	TFS	TPFS
(SCH.RPK, RRPK, RRPKD, RRRKT, CHPKD, CABPK, CCNPK, CCNPK)	Paquete de resortes	30	40	1,33
(SCH.RSUS, RRSUS)	Amortiguadores	12	14	1,17
(SCH.RRBE, RBE)	Barra estabilizadora	8	12,5	1,56

Fuente: Elaboración propia a partir de planilla maestra entregada por Sucursal CVU Calama

1.9.1.2.Sistema de Motor

El motor de marca Mercedes Benz EURO V modelo OM904LA de 130 kW a 2200/min de 4249 cc con 675 Nm de torque con un rendimiento de 10 km/L. Dentro de este sistema, existen componentes que de manera integral generan el movimiento mecánico del motor diesel. Entre ellos, piezas motrices, carter del motor, distribución del motor, sistema de inyección, filtro combustible, turbocompresor, refrigeración, suspensión, etc.

Tabla 1-5 Resumen por TAG de fallas del sistema de Motor en flota de Minibuses utilizado por empresa contratista prestadora de servicios en PMCHS, Calama.

Referencia	Intervenciones más recurrentes	FF	TFS	TPFS
(SM.VM)	Reparaciones menores motor	14	15	1,07
(SM.RRM)	Reparación mayores de motor	14	23	1,64
(SM.FC)	Fugas de aceite	5	7,5	1,50

Fuente: Elaboración propia a partir de planilla maestra entregada por Sucursal CVU Calama

1.9.1.3.Sistema de Transmisión:

Este sistema es el encargado de transformar las velocidades del vehículo por medio de múltiples mecanismos que finalmente transmiten el movimiento hacia los ejes motrices. Dentro de ella encontramos los cambios manuales, piola de marchas, caja de transferencia, juntas cardánicas, embrague, etc.

Tabla 1-6 Resumen por TAG de fallas del sistema de Transmisión en flota de Minibuses utilizado por empresa contratista prestadora de servicios en PMCHS, Calama

Referencia	Intervenciones más recurrentes	FF	TFS	TPFS
(ST.EM, REM)	Embrague	16	14	0,88
(ST.CCT,CCD,ED,RRC)	Cardanes	14	20	1,43
(ST.ET,CCC)	Otras revisiones transmisión	4	8	2,00

Fuente: Elaboración propia a partir de planilla maestra entregada por Sucursal CVU Calama

1.9.1.4.Sistema de Dirección:

Permite el movimiento controlado de las ruedas delanteras. Garantiza al conductor una conducción más maniobrable a causa del modelo hidráulico que permite girar el volante de manera más suave y menos esfuerzo. Dentro de ella se encuentran: Depósito de lubricante, tuberías hidráulicas, columna de dirección, palanca de ataque y biela de dirección.

Tabla 1-7 Resumen por TAG de fallas del sistema de Dirección en flota de Minibuses utilizado por empresa contratista prestadora de servicios en PMCHS, Calama.

Referencia	Intervenciones más recurrentes	FF	TFS	TPFS
(SD.RD)	Revision Dirección	4	1	0,25
(SD.RRD)	Reparación Dirección	3	6	2,00
(SD.FC)	Fugas de aceite	4	4	1,00

Fuente: Elaboración propia a partir de planilla maestra entregada por Sucursal CVU Calama

1.9.1.5.Sistema de Rodado:

Se presentan las intervenciones recurrentes del sistema de rodado, tanto actividades que detienen el equipo como actividades que refiere principalmente a la configuración de las ruedas, ejes y neumáticos del vehículo, que es fundamental para su desempeño. Estos componentes trabajan en conjunto para garantizar una conducción segura y eficiente, así como para soportar las demandas de cargas en aplicaciones comerciales y de transporte. El tipo de neumático delantero y trasero es 205/75 R17.5.

Tabla 1-8 Resumen por TAG de fallas del sistema de Rodado en flota de Minibuses utilizado por empresa contratista prestadora de servicios en PMCHS, Calama.

Referencia	Intervenciones más recurrentes	FF	TFS	TPFS
(SR.TT,TD,RR)	Tren delantero y trasero	71	396,5	5,58
(SR.NN)	Neumáticos	23	23	1,00
(SR.ASR)	Alineamiento	3	3	1,00
(SR.BSR)	Balanceo	3	3	1,00

Fuente: Elaboración propia a partir de planilla maestra entregada por Sucursal CVU Calama

1.9.1.6.Sistema Eléctrico:

A continuación, se presentan todas las intervenciones realizadas en el sistema eléctrico, tanto actividades que detienen el equipo como otras que sirvieron como determinante para establecer una programación por intervención mayor, por ende, no detuvieron el equipo. Los componentes eléctricos del vehículo permiten que el vehículo genere funciones de manera automatizada, al ser componentes eléctricos dan la confianza que el sistema en sí alerte ante dificultades encontradas durante la operación, generando un manejo seguro y eficiente. El sistema eléctrico está compuesto desde ramales de cables, conectores, relés, fusibles, instrumentación, iluminación hasta componentes de fuerza como lo son el motor de arranque, alternador, baterías, etc.

Tabla 1-9 Frecuencia de fallas de sistema Eléctrico en minibús utilizado por empresa contratista prestadora de servicios en PMCHS, Calama.

Referencia	Intervenciones más recurrentes	FF	TFS	TPFS
(SE.EL)	Reparaciones eléctricas menores	138	202	1,46
(SE.IL)	Revisión y reparación de alumbrado	36	16,8	0,47
(SE.AA, RAQ, CAQ)	Motor de arranque	3	17	5,67
(SE.RAL, CAL)	Reparación alternador	2	4	2,00
(SE.A/C)	Reparación eléctrica A/C	3	2,5	0,83

Fuente: Elaboración propia a partir de planilla maestra entregada por Sucursal CVU Calama

1.9.1.7.Sistema de Carrocería:

A continuación, se presentan las actividades correctivas realizadas en el sistema de Carrocería. Cada actividad se denomina por un TAG asociado a la intervención de la misma naturaleza, componente o pieza. Se compone de todo el equipamiento tanto del interior de la carrocería como del exterior de esta. Sus dimensiones son de 7095mm x 2205 mm x 3100 mm. Tales como cubiertas laterales, cubiertas traseras, cubierta techo, asientos, pisos, cortinas, vidrios, espejos, tapabarros, componentes eléctricos, cabina completa, etc. La marca de la carrocería es UNVI y el modelo es COMPA.

Tabla 1-10 Resumen por TAG de fallas del sistema de Carrocería en flota de Minibuses utilizado por empresa contratista prestadora de servicios en PMCHS, Calama.

Referencia	Intervenciones más recurrentes	FF	TFS	TPFS
(SC.RC, RRHP, RVRD)	Reparaciones menores de carrocería	45	70,5	1,57
(SC.RVRD)	Vidrios laterales, parabrisas, espejos	32	81	2,53
(SC.RSN, RA, IVA, CV, RCOM, CVEN)	Subsistema neumático	20	29,5	1,48
(SC.RCS, RRCS,CSG)	Cinturones de seguridad	15	19	1,27
(SC.RAS, AS)	Asientos	11	10	0,91

Fuente: Elaboración propia a partir de planilla maestra entregada por Sucursal CVU Calama

1.9.1.8.Sistema de Freno:

La base principal del funcionamiento del sistema de frenos es la aplicación de una fuerza a través de un fluido. Cuando el conductor pisa el pedal de freno, el cilindro de freno empuja el líquido de freno a través de las cañerías hacia los calibradores, donde las pastillas de freno ejercen presión sobre los discos, generando fricción para finalmente detener el vehículo. Consta de varias partes cruciales que incluyen discos de freno y pastillas de freno instalados en cada rueda. Es de tipo hidráulico e incluye el pistón maestro de freno, bomba, líneas o cañerías, calibradores, así como servofreno que amplifica la fuerza de frenado sobre el pedal del freno, mejorando considerablemente la frenada.

Tabla 1-11 Resumen por TAG de fallas del sistema de Frenos en flota de Minibuses utilizado por empresa contratista prestadora de servicios en PMCHS, Calama.

Referencia	Intervenciones más recurrentes	FF	TFS	TPFS
(SF.CPF)	Pastillas de frenos	3	3	1,00
(SF.CCLP, CÑC)	Caliper, cañerías	2	3	1,50
(SF.CVF)	Válvula pedal de freno	1	1	1,00
(SF.RRFD, RSF)	Reparaciones y revisiones generales frenos ambos trenes	8	7	0,88

Fuente: Elaboración propia a partir de planilla maestra entregada por Sucursal CVU Calama

1.9.1.9.Sistema de Aire Acondicionado:

Sistema encargado de adaptar la temperatura interior a un ambiente agradable térmicamente, dando la posibilidad de frío o calor. El principio de este sistema es variar las presiones de compresión del refrigerante para intercambiar calor con la cabina a gusto del conductor. Este elimina el calor o el frío de la cabina, generando un entorno más agradable para los ocupantes, especialmente en climas cálidos. Este sistema también contribuye a mejorar la seguridad, ya que mantiene a los conductores y pasajeros alerta y cómodos al evitar el agotamiento causado por el calor, lo que promueve un manejo más seguro en carretera. Consta de del compresor, condensador, evaporador, ventilador, filtros, etc.

Tabla 1-12 Resumen por TAG de fallas del sistema de Aire Acondicionado en flota de Minibuses utilizado por empresa contratista prestadora de servicios en PMCHS, Calama.

Referencia	Intervenciones más recurrentes	FF	TFS	TPFS
(AC.RMEN)	Reparaciones menores A/C	19	19	1,00
(AC.ARA, CPT)	Polea y rodillos tensor	2	2,5	1,25
(AC.RRCOM)	Compresor A/C	2	4	2,00
(AC.CV)	Válvula de calefacción	1	1	1,00
(AC.RV)	Revisiones y ajustes A/C	89	89	1,00

Fuente: Elaboración propia a partir de planilla maestra entregada por Sucursal CVU Calama

1.9.2. Componentes y piezas asociadas al reporte de planilla maestra de la flota de minibuses Mercedes Benz UNVI Vario 818

A continuación, se detallan una lista de componentes y piezas relacionados a los eventos con más intervenciones en la flota de minibuses Mercedes Benz Vario 818D, recopilados en la planilla maestra, entregada por sucursal CVU Calama.

Figura 1-17 Mapa conceptual de componentes y piezas relacionados a las intervenciones comunes de Minibus Mercedes Benz Vario 818D utilizado por empresa contratista prestadora de servicios en “PMCHS”

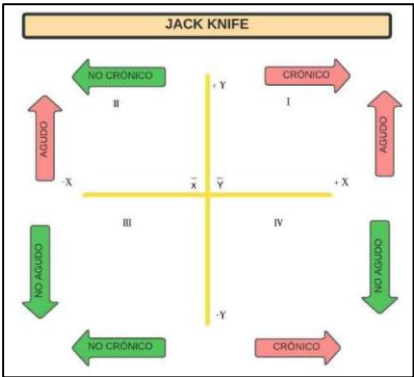
Mercedes Benz Unvi Vario 818D								
Sistema de Frenos	Sistema de Carrocería	Sistema Eléctrico	Sistema de Rodado	Sistema de Dirección	Sistema de A/C	Sistema de Transmisión	Sistema de Motor	Sistema de Chasis
Pastillas	Equipos retrovisores	Motor de Arranque	Neumáticos	Volante	Compresor	Embrague	Bomba de baja presión de combustible	Amortiguadores
Caliper	Equipos de conductor	Alternador	Rodamientos delanteros	Columna de dirección	Tubos de refrigerante	Junta cardán	Correa de distribución	Barras estabilizadoras
Discos de freno	Cinturones de seguridad	Batería	Rodamientos traseros	Caja de dirección	Condensador	Caja de marchas	Inspección	Paquete de resortes
Bomba de freno	Asientos	Iluminación	Hidroneumática	Barras de dirección	Filtro de aire	Válvula de escape	Turbocompresor	Bidón de líquido refrigerante
Cableado freno	Sistema neumático	Caja de fusibles	Pulso trasero	Controladora de dirección	Válvulas	Válvula de escape	Escape	Bidón de líquido refrigerante
Válvula bomba ABS	Puerta acceso	Lamparas parabrisas	Cable de mando delantero	Asal de dirección	Pulso y rodillos		Filtro de combustible	Bidón de líquido refrigerante
Sistema de velocidad	Vidrios laterales	Electroventilador para el acceso	Cable de mando trasero				Sistema de lubricación	Bidón de líquido refrigerante
	Parabrisas	Sensores	Fuerzas traseros				Sistema de refrigeración	
	Llantas	Cámara de retención	Puños delanteros				Admisión de aire	
	Parachoques	Cinturones y remolques efectivos	Puños de rueda				Cable	
	Burletes						Radiador	
	Tacómetro							

Fuente: Elaboración propia a partir de planilla maestra CVU Calama.

1.9.3. Jerarquización mediante metodología Jack Knife

La jerarquización de sistemas se logra cruzando el grafico logarítmico Jack Knife, ubicando los activos en 4 cuadrantes en función de sus fallas, permitiéndonos realizar análisis y detectar donde se están generando mayores pérdidas producidas por el mantenimiento.

Figura 1-18 Evaluación de cuadrantes metodología Jack Knife

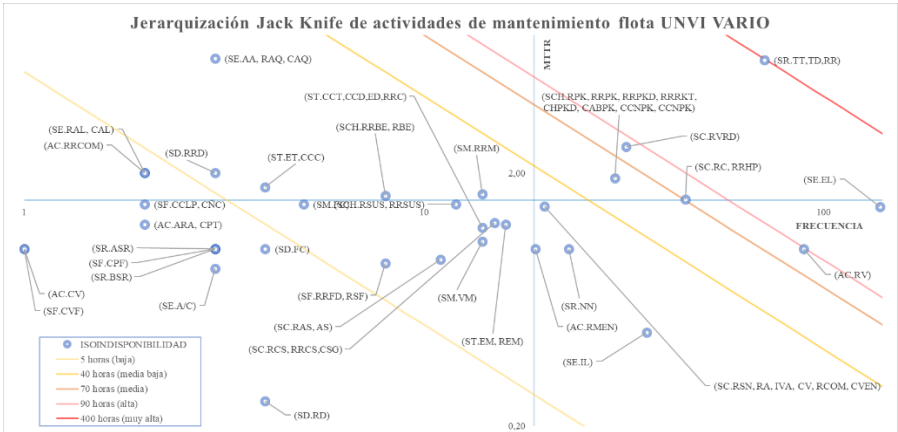


Fuente: Elaboración propia para evaluar metodología Jack Knife

Las actividades más agudas se encuentran organizadas en el primer y segundo cuadrante y son las que representan el mayor tiempo de tiempo de reparación. Por otro lado, en el sector más crónico se encuentra en el primer y cuarto cuadrante y son las que demoran más tiempos en solucionarse y/o repetitivas.

Se desarrolla el análisis de riesgos proveniente de la flota de minibuses utilizada por en el traslado de pasajeros en minera “PMCHS”. Para la dispersión de los datos se utiliza la escala logarítmica en el diagrama Jack Knife debido a que existen varios ordenes de magnitud y no son todos uniformes. La escala logarítmica permite visualizar de manera más clara y con una panorámica más amplia las diferencias en los valores pequeños y grandes.

Figura 1-19 Jack Knife para evaluar actividades de mantenimiento en flota de 23 minibuses Mercedes-Benz Vario 818D



Fuente: Elaboración propia a partir de actividades correctivas de la planilla maestra de Sucursal CVU

En el gráfico de dispersión estilo Jack Knife, se evalúan las actividades correctivas empleadas a la flota realizadas por el equipo de mantenimiento de Buses CVU Sucursal Calama de un total de 1464 horas de acuerdo con los cuatro meses de operación. Los indicadores utilizados para los ejes son frecuencia de fallas (FF) y tiempo promedio fuera de servicio (TPFS) con un promedio de 18,86 intervenciones y 1,52 horas respectivamente por cada conjunto de actividades.

Para mantener escalas comparativas en función al tiempo, se generan 5 curvas de iso-indisponibilidad, indicando el tiempo fuera de servicio que generan las actividades de mantenimiento en trazos indicativos de 5 horas, 40 horas, 70 horas, 90 horas y 400 horas respectivamente.

El análisis revela que en el cuadrante 1 la mayoría de los trabajos correctivos en el área crónica y aguda se centran en actividades relacionadas con la carrocería y el rodado del vehículo. Esto incluye reparaciones en los vidrios de las puertas, parabrisas y ventanas laterales con una alta indisponibilidad aproximada de 90 horas. Adicionalmente las reparaciones y ajustes asociadas a la hermeticidad de la puerta de acceso también tienen relevancia en esta zona, el cual invierte un tiempo fuera de servicio de 70 horas. Por otro lado, el sistema de rodado destaca como el sistema más afectado debido a la frecuencia sus intervenciones y compleja mantenibilidad con una muy alta indisponibilidad de alrededor de 400 horas. Las tareas involucran inspecciones y reparaciones al tren trasero y delantero, tanto como los componentes de las masas, cubos de rueda, palieres, y entre otros componentes del conjunto mecánico, inclusive los componentes del sistema de frenos desde el punto de vista integral. Si bien el sistema de frenos no aparece dentro de este mismo cuadrante, también es importante considerarlos en el siguiente análisis ya que son sistemas vecinos y su integridad mecánica tienen afectaciones mutuas.

En el cuadrante 4, donde se centran las actividades crónicas no agudas, evidencia que el sistema de chasis también genera una indisponibilidad media baja de 40 horas que considera las revisiones, reparaciones e intervenciones directamente a los paquetes de resortes del chasis que tiene ver con este sistema integral del rodado de igual manera. Adicionalmente las revisiones del aire acondicionado también generan una alta indisponibilidad debido a la frecuencia de sus intervenciones y modesta mantenibilidad.

Considerando los valores de frecuencia de fallas e indisponibilidad de los cuadrantes 1 y 4, se logra jerarquizar las acciones de mantenimiento poniendo en evidencia que los datos analizados conversan con la problemática asociada al trabajo de título. A continuación, se da paso a analizar los datos obtenidos de esta metodología en el siguiente capítulo, de tal manera de direccionar los esfuerzos para la toma de decisiones.

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE TRABAJO EN BASE A RCM
(REABILITY CENTERED MAINTENANCE)

2. PROPUESTA DE TRABAJO EN BASE A RCM (REABILITY CENTERED MAINTENANCE)

La finalidad de este capítulo es utilizar los resultados obtenidos mediante la metodología Jack Knife como referencia al caso en estudio. El propósito es analizar los modos y efectos de falla presentes en la operación diaria del minibús, identificando sus causas y evaluando su criticidad. Desde esta perspectiva, se pretende tomar acciones basadas en la metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, utilizando la literatura RCM a modo de guía para mejorar la gestión y mantenimiento del minibús.

2.1. **DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE RODADO Y DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES Y IMPORTANCIA EN LA MOVILIDAD VEHICULAR**

El sistema de rodado se refiere a todas las partes y componentes relacionados con las ruedas. Estos elementos trabajan juntos para proporcionar movilidad, estabilidad y control al vehículo. A continuación, se describen algunos componentes claves del sistema de rodado.

2.1.1. **Palieres**

El palier o semieje es la pieza encargada de transmitir el giro desde el diferencial hacia las ruedas. El palier es una parte robusta entre el sistema de transmisión y de rodado. Su vida útil puede verse afectada si no se cuidan adecuadamente las juntas homocinéticas. Si los fuelles de transmisión se dañan, permiten que la suciedad ingrese a la junta, la grasa se comienza a degradar causando que el palier pueda doblarse. Esto también puede ocurrir por impactos directos, como cuando el palier es golpeado con una piedra o roca, resultando en vibraciones que pueden dañar la junta y, en casos extremos, el diferencial.

La aparición de holgura en el eje es otro síntoma crítico. Esto se manifiesta con golpes secos al acelerar o frenar. Solucionar este problema de inmediato es crucial, ya que la holgura puede causar daños costosos en otros componentes del vehículo.

Cuando las juntas homocinéticas tienen problemas, se puede percibir una vibración anormal al girar el volante a baja velocidad. Este problema generalmente se debe a la rotura del fuelle de transmisión que protege la junta.

En situaciones extremas, el palier puede romperse debido a cargas excesivas o impactos severos y constantes o bien por falta de mantenimiento a los rodamientos de masa los cuales pueden agriparse al punto de generar un corte por torsión en el eje estriado, generando que la rueda se desprenda ocasionando un accidente considerable para los pasajeros.

Figura 2-1 Palier trasero Minibús



Fuente: <https://www.pellacaniweb.com.ar/diferencial?ordP=op-asc&page=5>

2.1.2. Neumáticos

Los neumáticos en buen estado son fundamentales para la seguridad del vehículo, y su desgaste irregular puede indicar problemas en la presión, alineación, sistemas de frenos o impactos con elementos contundentes. Detectarlo a tiempo y abordarlo adecuadamente es esencial para la seguridad y durabilidad de los neumáticos. Algunos síntomas, causas y soluciones:

Figura 2-2 Tipos de desgaste en el neumático con sintomatología, causa y solución.

Item	Tipo de desgaste	Sintoma	Causa	Solución
1	Desgaste en los bordes	Ambos hombros desgastados, centro intacto	Presión de inflado baja o carga excesiva sin ajustar la presión	Ajustar la presión según indicaciones del fabricante y para la carga que se transporta
2	Desgaste en el centro	Menor dibujo en el centro que en los hombros	Presión de inflado excesiva	Ajustar la presión de inflado correctamente
3	Desgaste en el borde exterior	Hombro exterior desgastado	Exceso de caída positiva o ejes sobrecargados	Ajustar la alineación corrigiendo la caída
4	Desgaste en el borde interior	Hombro interior desgastado	Exceso de caída negativa o ejes sobrecargados	Ajustar la alineación corrigiendo la caída
5	Desgaste diagonal	Desgaste diagonal	Rodaje irregular, montaje incorrecto, amortiguadores desgastados, entre otros	Ajustar rodajes, verificar montaje y diseño del neumático
6	Desgaste puntual	Zona localizada desgastada	Frenada brusca, derrape o problemas en los frenos	Revisar el sistema de frenos y daños en el neumático
7	Desgaste irregular de la banda de rodamiento	Banda de rodamiento desgastada de manera desigual	Problemas en el sistema ABS, frenos bloqueados, desequilibrio, entre otros	Equilibrar la rueda y revisar la suspensión y alineación
8	Abombamiento del flanco	Abultamiento en el flanco	Impacto fuerte contra obstáculos	Reemplazar neumático

Fuente: Elaboración propia para definir soluciones al desgaste irregular neumático A

Figura 2-3 Geometría de desgaste del neumático.



Fuente: <https://revistacentrozaragoza.com/que-dicen-tus-neumaticos/>

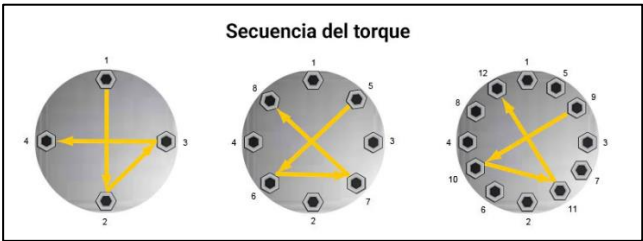
Las rutinas del montaje y desmontaje de la rueda pueden ser muy frecuentes al momento de realizar un mantenimiento de forma directa como causas en que el neumático necesite algún tipo de reparación o bien, de forma indirecta cuando se necesita retirar la rueda para poder acceder con más visual a los trenes delanteros y traseros, o bien algún otro componente del chasis del vehículo. Una vez que la rueda se vuelve a montar, el correcto apriete de los pernos de las ruedas es de vital importancia. Una rueda mal montada puede generar vibraciones en el volante al frenar, un mal funcionamiento del sistema de frenos y por supuesto graves consecuencias sobre la seguridad del vehículo y sus pasajeros.

Un apriete excesivo de las tuercas o los pernos de la rueda intervenida podría ocasionar un potencial fallo, como deformaciones, estiramientos o cortes, especialmente cuando la ruta involucra muchos baches, badenes e interrupciones por imperfecciones en la ruta.

Por lo anterior, la correcta aplicación del par de apriete es importante y que no se puede pasar por alto al momento de montar una rueda. Tanto los técnicos y mecánicos del

taller como también el conductor, cuando deben realizar el desmontaje y montaje de las ruedas, son los responsables de garantizar que las ruedas estén con el torque óptimo. Es por esto que se recomienda mantener una llave de torque para usos en terreno ya que esta técnica no se puede obviar bajo ningún concepto.

Figura 2-4 Secuencia de torque de pernos para ruedas



Fuente: <https://www.enerpac.com/es/formaci%C3%B3n/e/torque-tightening>

2.1.3. Diferencial

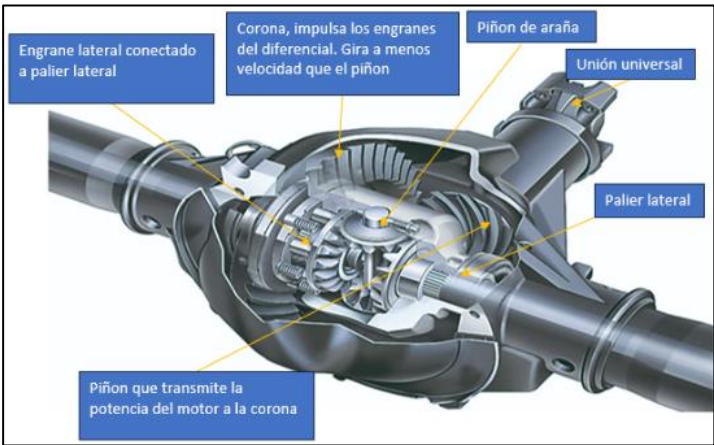
El diferencial es un componente esencial en los vehículos, ya que permite que las ruedas giren a diferentes velocidades mientras el automóvil está girando sobre todo en las curvas, puesto que las ruedas interiores y exteriores recorren distancias diferentes y giran a velocidades distintas para mantener la estabilidad y tracción del vehículo.

Cuando el vehículo gira, la rueda exterior recorre una distancia mayor que la rueda interior. Si las ruedas estuvieran rígidamente conectadas y no pudieran girar a diferentes velocidades, podrían producirse deslizamientos, chirridos o daños en los neumáticos y en el sistema de transmisión. El conjunto del diferencial se basa principalmente en piñones de araña, engranajes laterales, corona, palieres, carcasa, rodamientos, etc.

Cuando el vehículo se mueve en línea recta el engranaje de araña gira con la corona, pero no en su mismo eje. Esto hará que ambos engranajes laterales giren a la misma velocidad, es decir, gira todo el conjunto como una sola unidad sólida.

En el caso que el vehículo gire hacia la derecha el engranaje de araña gira y rota a la vez, la velocidad periférica del piñón de araña en el lado del engranaje lateral conectado al palier izquierdo de es la suma de la velocidad de giro y la velocidad de rotación, mientras que en el lado derecho del palier lateral es la diferencia de las dos, es decir, la velocidad del palier izquierdo tendrá mayor velocidad que el lado derecho. Para vehículos de transporte pesado, como el modelo Vario 818D de Mercedes Benz, utiliza 4 piñones de araña para repartir mejor la carga.

Figura 2-5 Disposición de sistema de engranajes en un diferencial.



Fuente: <https://parabrisas.perfil.com/noticias/taller/mecanica-para-principiantes-diferencial-autoblocante.phtml>

2.1.4. Homocinética

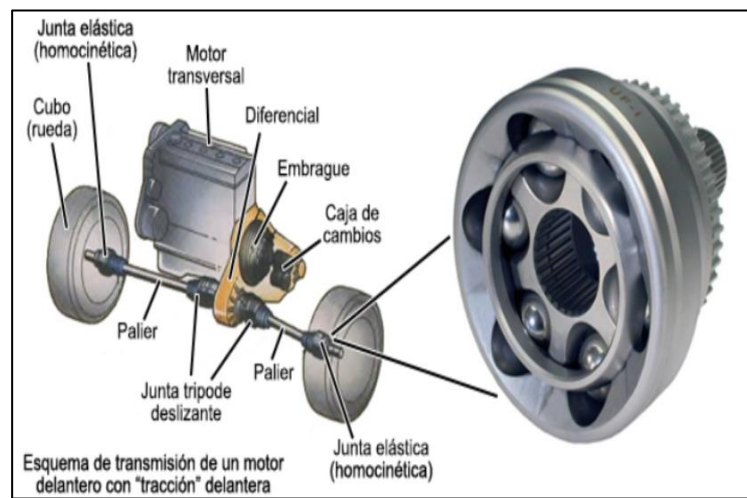
La homocinética está encargada de conectar los palieres con las ruedas para que el motor comunique fuerza, torque y movimiento a las ruedas, en otras palabras, desde el palier de la transmisión se extiende una articulación o codo la cual guía todos los movimientos posibles que pueda tener cada una de las ruedas, por lo que los baches, hoyos, caminos agrietados o curvas no serían mayor problema. A través de esta junta la transmisión envía fuerza en todo momento a la rueda independientemente si la rueda está recta, girada o con la amortiguación comprimida o estirada.

Es uno de los conjuntos que más sufren los componentes del vehículo sobre todo si está expuesto a constantes obstáculos dentro de la ruta, todo lo que haga trabajar a las ruedas, a la suspensión y amortiguación del vehículo.

Comúnmente lo primero que se rompe son los fuelles o gomas que protegen a la junta elástica del polvo, arena, agua o cualquier tipo de agentes contaminantes. Esto puede producir que la transmisión desde el motor se haga deficiente, aumentando el gasto de combustible y con riesgo de rotura de la homocinética.

Cuando la homocinética empieza con daños, se puede evidenciar en las vibraciones en las ruedas o en la dirección si es tracción delantera. También ruidos o crujidos al girar las ruedas. En caso extremo que se llegase a romper la homocinética Odría ocasionar una pérdida de la rueda y el control del vehículo, poniendo en peligro a los ocupantes.

Figura 2-6 Conjunto de homocinética.



Fuente: <https://www.docsity.com/es/foro-tematico-de-mecanica/9306948/>

2.1.5. Rodamientos de masa

Elementos rodantes encargados de que la rueda gire libremente y de forma suave con un mínimo de fricción. Estos componentes son vitales en el tránsito del vehículo diseñados para aguantar cargas axiales y radiales causados por las cargas de los pasajeros, aceleraciones, frenados, virajes, etc. Es por eso por lo que es necesario cambiarlos cuando dejan de funcionar correctamente.

Mediante un reloj comparador se puede comprobar el alabeo o desviación del cubo y la holgura del rodamiento. La oscilación máxima permitida del cubo es de 0,05 mm y la holgura del rodamiento de 0,02 mm, según estudio de comprobación de alabeo lateral del cubo de la rueda en página web www.hella.com

Figura 2-7 Medición de alabeo en conjunto cubo de rueda

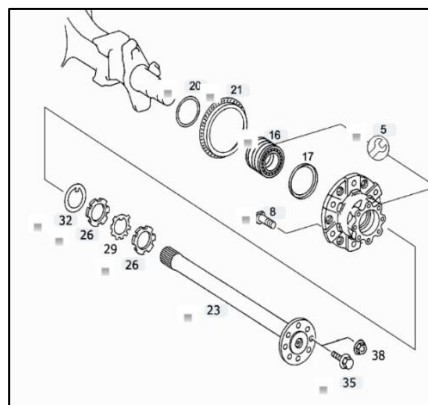


Fuente: <https://catalogo.fremax.com.br/en/recomendacoes-tecnicas>

2.1.5.1. Instalación defectuosa

Utilizar herramientas no adecuadas para la instalación puede conllevar a una mala mantenibilidad, como por ejemplo usar una llave de impacto para acelerar la instalación puede provocar daños en la pista del rodamiento o en el rodamiento en sí, haciendo que falle de forma prematura. Utilizar accesorios viejos como pernos, tuercas, aros de ajuste reutilizados, sellos, etc. y no sustituirlos por nuevos puede provocar que el rodamiento opere bajo condiciones anormales o inseguras, incrementando el desgaste y el riesgo de sufrir un accidente. Es recomendable en toda situación utilizar un manual de despiece en cada momento de instalación de estos mecanismos de rodado.

Figura 2-8 Despiece de vehículo Mercedes Benz Vario 818D



Fuente: Manual despiece técnico Kauffman para presentar despiece de rodamiento de masa de vehículo
M.B Vario 818D

2.1.5.2. Daño por impacto o rutas de baja calidad

Las rutas de baja calidad pueden provocar daños considerables y acelerar el desgaste de la vida útil del rodamiento, por ejemplo, al pasar sobre excesivos números de baches, conducir a altas velocidades por encima de badenes, golpear los neumáticos con altas aceras, exponer el rodamiento constantemente al agua, barro y otros contaminantes, como el polvo o sales podrían atravesar los sellos e introducirse al cojinete, contaminando la grasa que llevan por defecto. No generar limpiezas rutinarias cuando suceden estos eventos, podrían agravar la situación de forma exponencial.

Figura 2-9 Ruta interior mina "PMCHS"



Fuente: Fotografía tomada al interior de "PMCHS"

2.1.5.3. Rodamientos de rueda de baja calidad

Como se había explicado anteriormente, el rodamiento debe soportar grandes cargas de forma constante, es por esto por lo que los cojinetes de ruedas fabricados con materiales de baja calidad son más propensos a sufrir alguna deformación en el uso, por el hecho de no tener un tratamiento térmico adecuado en su etapa de fabricación, dando como resultado un desgaste y fallos prematuros.

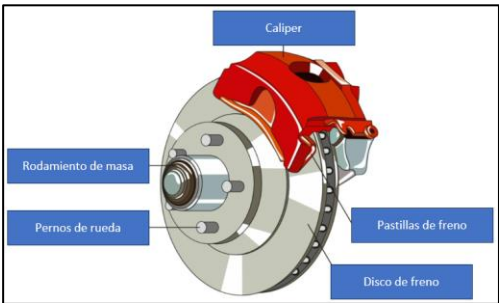
2.2. DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS Y DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES Y IMPORTANCIA EN LA MOVILIDAD VEHICULAR

Si bien el sistema de frenos comúnmente es considerado en el sistema de rodado, en esta oportunidad se dividen en grupos distintos para generar un análisis y abordarlos de manera separada. Este sistema tiene como objetivo detener o reducir la velocidad del movimiento del vehículo. A continuación, se describen algunos componentes de este sistema.

2.2.1. Discos de freno

Los discos de freno son esenciales para el correcto frenado del vehículo, por lo tanto, una revisión periódica garantizaría la seguridad tanto del chofer como los pasajeros. Es importante que los discos delanteros como traseros se encuentren en buen estado y realizar los cambios de estos según al tipo de desgaste que se encuentren sujetos, teniendo en cuenta que por lo general los discos delanteros son los que sufren mayor desgaste.

Figura 2-10 Partes principales del disco de freno.



Fuente: <https://www.expertoautorecambios.es/magazine/conversion-de-frenos-de-tambor-a-frenos-de-disco-2433>

Para evitar que en la condición se produzcan fricciones y vibraciones al frenar, se deberá comprobar la planitud del disco de freno con un reloj comparador. Esta medición se realiza con el disco montado. El máximo alabeo lateral del disco permitido es de 0,07 mm.

Figura 2-11 Medición con excesiva desviación en alabeo de disco de freno



Fuente: <https://www.gfautomotriz.com/index.php/2020/05/13/5-principales-problemas-en-el-sistema-de-frenos/>

Dentro de las revisiones recomendadas que más se deben prestar atención por los técnicos mantenedores de estos vehículos, son:

2.2.1.1.Espesor de los discos de freno

El espesor de estos discos de frenado es un aspecto se le debe prestar atención durante las inspecciones de mantenimiento rutinarias, debido a que su aspecto garantiza un rendimiento adecuado y la seguridad del vehículo. Por regla general, los discos de freno incluyen un marcaje perimetral o indicadores visuales en su contorno que demuestran el mínimo espesor permitido antes de un recambio.

2.2.1.2.Rayado en su superficie

Cuando existe esta condición, el vehículo puede experimentar ruidos o crujidos al momento de frenar, independientemente si es que el disco mantenga un grosor óptimo. En algunos casos es posible rectificar los discos para eliminar el desgaste superficial y devolverlos a un espesor adecuado, por supuesto esto debe hacerse dentro de los límites permitidos por el fabricante.

2.2.1.3.Deformaciones por sobrecalentamiento

Esta condición por lo general se debe a la distorsión del disco debido a la expansión y contracción térmica del material, sobre todo si es expone a agua fría después de un frenado, como también por uso prolongado y frenados bruscos o materiales de baja calidad. Si los discos presentan una pigmentación de color azul se deben cambiar inmediatamente, ya que perdieron su temple original debido a los sobrecalentamientos.

Figura 2-12 Fenómeno de sobrecalentamiento de disco de frenos



Fuente: <https://www.blogmecanicos.com/2017/05/en-este-post-se-ofrecera-una-guia.html>

2.2.1.4. Óxido presente en el disco

Por lo general esta falla no es muy habitual, pero puede darse en vehículos que estén detenidos por bastante tiempo en lugares húmedos. Cuando sucede esta condición se recomienda el cambio urgente ya que tienden a romperse y/o formar fisuras debido al debilitamiento producido por la oxidación.

2.2.2. Caliper

El cáliper mostrado en la figura anterior, es una estructura que va montada sobre el disco de freno, este recibe la fuerza hidráulica que viene del cilindro maestro e impulsa un vástago interno que empuja la pastilla de freno contra los discos, generando fricción, produciendo así el frenado de la rueda.

Si el cáliper no se desliza suavemente o se atasca, por lo general es debido a la acumulación de suciedad, corrosión o falta de lubricación que puede causar un desgaste irregular en las pastillas de freno y en casos extremos puede ocasionar sobrecalentamiento y daño al sistema de frenos.

También es importante señalar que las fugas en el sistema de frenos pueden comprometer el funcionamiento del caliper. Esto puede deberse a las juntas o sellos deteriorados, mangueras desgastadas o cilindro maestro defectuoso.

Figura 2-13 Cilindro maestro de freno Mercedes Benz Vario 818D



Fuente: Fotografía propia de repuestos existentes en sucursal Calama.

2.2.3. Sensores de velocidad

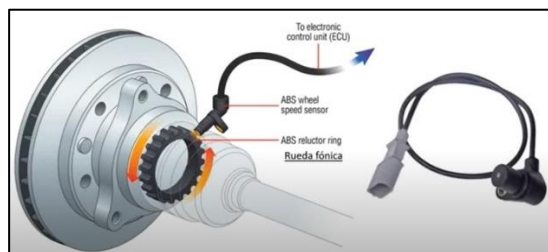
Los sensores de velocidad contribuyen en mejorar la dinámica de conducción, en la seguridad y además favorecen a un menor consumo de combustible y descenso de las emisiones. Están diseñados principalmente para medir la velocidad en la cual se mueve el

vehículo. Están situados directamente sobre el cubo de la rueda motriz, el sensor se enfrenta con la rueda fónica, detectando continuamente diferencias en el campo magnético debido a paso del diente y cavidad, siendo detectadas por la bobina del sensor y este enviando señales de tipo sinusoidales al computador del vehículo casos (en caso de los sensores inductivos pasivos), para diversas funciones, entre ellas generar control del vehículo para utilizar control de cruce, sistema antibloqueo de frenos (ABS), control de tracción y transmisión automática en algunos.

Es importante señalar que las adversidades del terreno como polvo, agua, barro entre otras, puede generar daños físicos como cables rotos o conexiones sueltas del sensor y daños en la rueda fónica. Se recomienda realizar limpieza periódica para un funcionamiento óptimo.

La detección de falla de estos sensores puede ser avisados por el panel de instrumentos del vehículo, pues, se enciende un testigo de control de ABS en color naranja por lo general y también puede realizarse un escaneo con cable de datos OBD para verificar cual es el código de falla.

Figura 2-14 Tecnología de sensor de velocidad utilizado en minibús Mercedes Benz Vario 818D

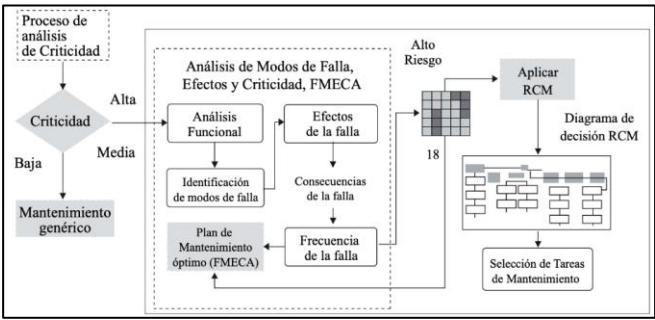


Fuente: <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/category/mecanica/sensores-automotrices/sensor-abs/>

2.3. MARCO TEÓRICO DEL RCM

El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM, por sus siglas en inglés) es una metodología utilizada en la gestión del mantenimiento de equipos y activos. Su enfoque principalmente es garantizar que los activos sigan funcionando de manera confiable y eficiente a lo largo del tiempo, satisfaciendo las esperanzas de sus usuarios y las necesidades del contexto en el que se utilizan. Esta técnica del mantenimiento se enfoca en restituir continuamente la confiabilidad original del activo.

Figura 2-15 Metodología de trabajo en base a literatura RCM



Fuente: Escrito de J. Aguilar Otero, R. Torres Arcique y D. Magaña Jiménez (IMI) Vol.25

El RCM explicado por el autor John Moubray en RCM II versión 2004, alude que la falla de un elemento o componente en un sistema puede tener impactos significativos en la operación y/o en la función general del activo. Para evitar estos impactos y mantener la confiabilidad, se deben tomar decisiones sobre cómo abordar el mantenimiento, ya sea en generar alguna modificación al diseño del equipo o bien generar mantenimientos rutinarios, todo lo anterior en base al análisis de los modos y efectos de falla.

Incentivar a una organización en implementar RCM en sus actividades de mantenimiento, traen consigo beneficios destinados a preservar el equipo en las mejores condiciones posibles, es decir, disminuir la probabilidad de falla para que pueda realizar su función deseada en un tiempo más prolongado. Esto por lo general implica la implementación de estrategias preventivas y/o predictivas. Por otro lado, también existe la posibilidad de generar modificaciones que apunten a cambiar algo en el equipo para mejorar su confiabilidad, pero por lo general estos tipos de estrategias suelen ser más costosas realizarlo en la etapa de los gastos de operación (OPEX), que en los gastos de capital (CAPEX). Esto puede incluir actualizaciones de diseño, modificaciones en los procedimientos operativos o cambios en las estrategias de mantenimiento. La modificación suele realizarse cuando se identifican oportunidades para aumentar la confiabilidad del equipo a largo plazo.

La metodología RCM implica un proceso sistemático y ordenado, que incluye la identificación de funciones críticas del equipo, la evaluación de los modos de falla más frecuentes, la determinación de las consecuencias de esas fallas y la selección de estrategias de mantenimiento adecuadas. Estas estrategias pueden incluir tareas de mantenimiento preventivo, inspecciones regulares, análisis de tendencias y otros métodos para preservar y/o mejorar la confiabilidad del activo.

2.3.1. Preguntas del RCM

A partir de la ilustración anterior, el proceso de RCM formula siete preguntas acerca del equipo o sistema que se desea intervenir, las cuales son (Moubray, 2004):

Tabla 2-1 Modelo de las 7 preguntas y etapas del RCM

Pregunta	Descripción	Tópico/Paso	Mayor aporte, aunque no único	Etapas/Soporte	
1	¿Cuales son las funciones o los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su contexto operacional?	Funciones	Operación	Hoja de Análisis	
2	¿De qué manera falla en satisfacer dichas funciones?	Fallas Funcionales	Mantenimiento		
3	¿Cuál es la causa de cada falla funcional?	Modos de Falla	Mantenimiento		
4	¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?	Efecto de los fallos	Operación		
5	¿En qué sentido es importante cada falla?	Consecuencia de los fallos	Operación	Diagrama de Descripción	Hoja de Resultados
6	¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada falla?	Acciones pro-activas	Mantenimiento		
7	¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?	Acciones reactivas	Mantenimiento		

Fuente: Manual de Mantenimiento, Ingeniería, Gestión y Organización, Alejandro J. Pistarelli.

2.3.1.1.¿Cuáles son las funciones o los parámetros de funcionamiento asociados al activo en su contexto operacional actual?:

Se trata de describir las acciones que un activo realiza todos los días en condiciones específicas, las cuales son esenciales para satisfacer las necesidades de un negocio. La forma de definir estas acciones implica usar un verbo en infinitivo, un objeto y expresar el estándar deseado por el usuario. Estas acciones se dividen en dos categorías: funciones primarias y secundarias. Las funciones primarias son aquellas que explican por qué el activo se adquirió en primer lugar, como, por ejemplo, la necesidad de producir algo en particular. Las funciones secundarias son aquellas en las que el activo brinda beneficios adicionales, como seguridad, comodidad, eficiencia económica y cumplimiento de regulaciones ambientales, entre otros. Además, es crucial comprender el entorno operativo o contexto operacional en el que el activo físico opera, ya que esto define las condiciones de trabajo. Esta comprensión permite definir de manera más precisa tanto las funciones primarias como las secundarias.

2.3.1.2.¿De qué manera falla en satisfacer dichas funciones?:

Consiste en indicar las razones por las cuales el activo o equipo no cumple con los niveles de desempeño necesarios que el usuario espera o no logra concretar su función.

2.3.1.3. ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?:

Consiste en explicar cómo se produce la falla funcional, también se denomina “modo de falla”, en otras palabras, es el resultado predicho u observado a partir de la causa del fallo en un componente, en relación con las condiciones de funcionamiento en el momento del fallo. Esta descripción se debe indicar mediante un sustantivo y un verbo, debe ser lo suficientemente detallado para aclarar la estrategia que mejor se acomode al manejo de la falla.

2.3.1.4. ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?:

Se debe explicar los efectos de la falla, describiendo lo que pasa o pasaría si es que el negocio no realiza actividades de prevención o detección de la falla proporcionando información esencial como, si existe evidencia de la ocurrencia, si es que presenta algún tipo de impacto sobre la producción, operaciones o alguna potencial pérdida en la seguridad y medio ambiente. Adicionalmente, los daños físicos por supuesto deben ser evaluables de forma cuantitativa para contribuir a aclarar cuales son las medidas que se requieren para su reparación, rutinas de mantenimiento, actividades de mantenimiento, planificación de actividades con parámetros evaluables.

2.3.1.5. ¿En qué sentido es importante cada falla?:

Se trata de describir las consecuencias de la falla, en cómo impacta en la organización en diferentes aspectos, tales como en la producción, en el servicio al cliente, el medioambiente, usuarios, etc. La magnitud de estas consecuencias determina si se deben tomar medidas preventivas para evitarlas o solamente si es que basta con realizar acciones más simples. En el escrito de John Moubray, se reconocen cuatro secciones que apuntan a las consecuencias de falla, tales como:

- Consecuencias de fallas ocultas: Este tipo de fallas no tienen un impacto directo, pero pueden exponer a la organización a fallas múltiples con consecuencias serias y hasta catastróficas.
- Consecuencias en seguridad y ambiente: Este tipo de fallas se analiza si es que tienen impacto o consecuencias sobre la integridad de vida humana y si es que conlleva a consecuencias ambientales, como infringir alguna normativa o reglamento ambiental, tanto corporativo, regional, nacional o internacional.

- Consecuencias operacionales: Que una tenga fallas con consecuencias de índole operacional, significa que surgieron a partir de funciones evidentes, cuyo fallo impactó al negocio en un grado importante, tanto que, afecte directamente a la producción del negocio, como en disminución de ventas, mayores gastos operacionales, cantidad de productos desechos, impacto en la atención al cliente, costos operacionales y de maniobra directa a la reparación del activo.
- Consecuencias no operacionales: Surgen a partir de funciones evidentes, cuyos fallos funcionales no afectarán de forma importante a las operaciones, a la seguridad y medioambiente. Generalmente este tipo de consecuencias afectan directamente en grado económico.

2.3.1.6. ¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada falla?:

Esta pregunta responde que se deben establecer las tareas de mantenimiento, definiendo las tácticas para predecir los fallos antes de que ocurran. Cuanto mayor sea el impacto del fallo, mayor atención se debe prestar para la mitigación de la probabilidad de fallo.

2.3.1.7. ¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?:

En primer lugar, se debe realizar una búsqueda de fallas en los sistemas de protección del activo. En un caso extremo si la falla genera descontrol y no es atendida de forma eficiente cada vez que ocurre, se debe establecer rediseños en el sistema de protección del activo o del proceso sin que ponga riesgo la seguridad y medioambiente.

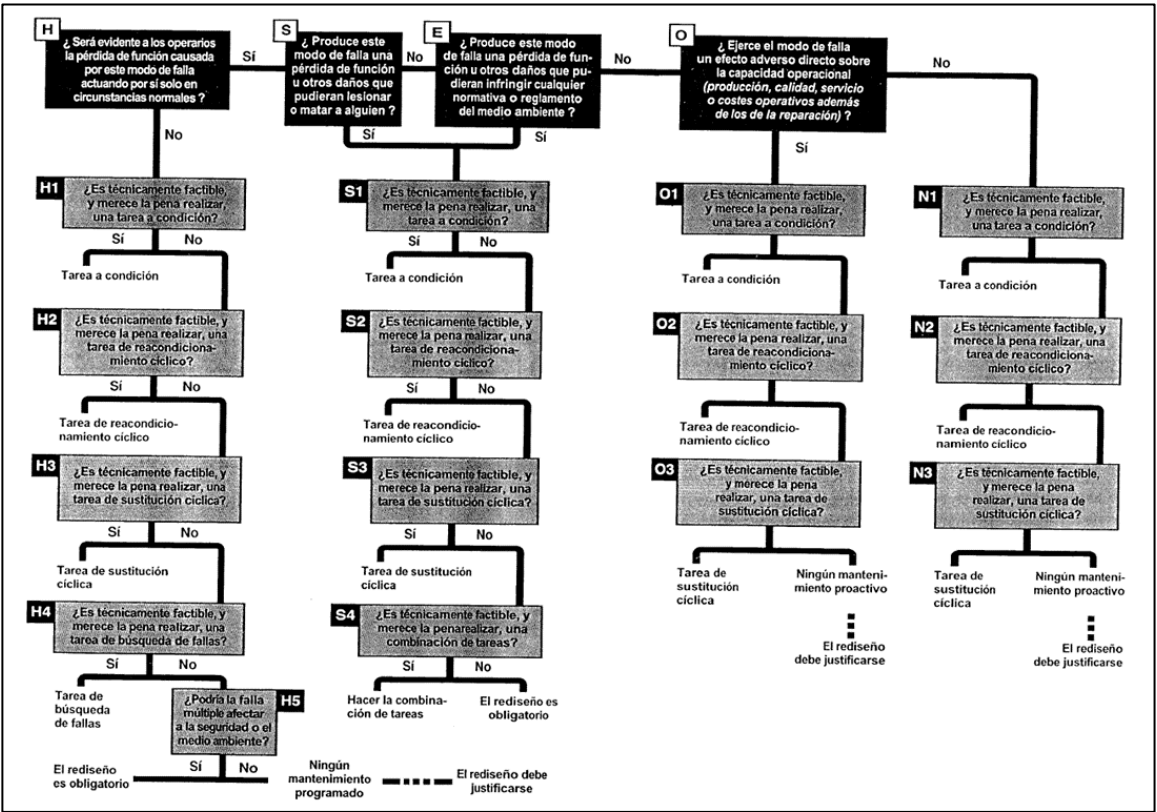
2.3.2. Diagrama de decisión del RCM

El diagrama de decisión es la herramienta fundamental del RCM abocado a la normativa JA-1011 y JA-1012, que permite evaluar cuánto impacta el modo de falla, y define la tarea más apropiada en cada caso. El diagrama de la siguiente figura ofrece cuatro distintos efectos que puede tener una falla, la primera columna tiene que ver con las fallas ocultas, la segunda si afecta la seguridad y ambiente. La tercera tiene que ver directamente con la producción, operación y calidad. Por último, una última zona que RCM llama las no operacionales.

Las primeras filas tienen que ver con las políticas de mantenimiento proactivas, tareas por condición, reacondicionamiento por condición o búsqueda de fallas. Posteriormente, en la parte final del árbol aparecen las actividades reactivas que no son

planes de mantenimiento, si no que se da la libertad de escoger la estrategia de no hacer ningún mantenimiento y dejar fallar o cuando se requiere un rediseño cuando no se es totalmente eficiente y se debe pensar en una reingeniería.

Figura 2-16 Diagrama de decisión RCM abreviado.

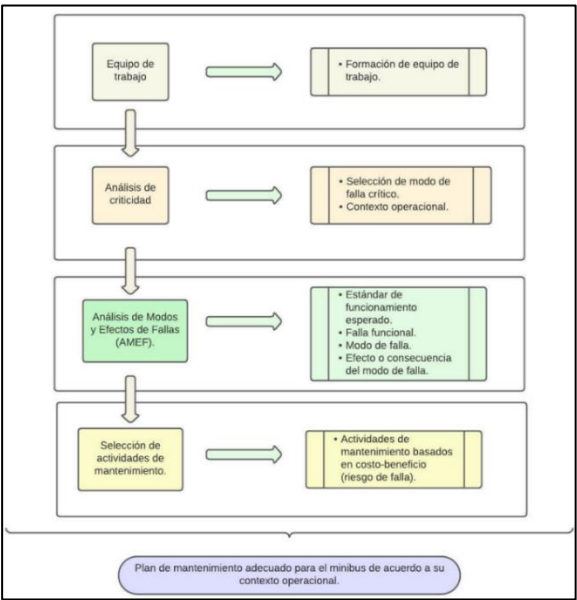


Fuente: RCM II John Moubray versión año 2004

2.4. PROPUESTA DE TRABAJO BASADO EN RCM

“Filosofía de gestión del mantenimiento, en la cual un equipo multidisciplinario de trabajo se encarga de optimizar la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, estableciendo las actividades más efectivas de mantenimiento en función de la criticidad de los activos pertenecientes a dicho sistema, teniendo en cuenta los posibles efectos que originan los modos de fallas de estos activos, a la seguridad, al ambiente y a las operaciones. RCM busca proteger las funciones de los activos para reducir el riesgo o los efectos de fallas a niveles aceptables de acuerdo con las expectativas de su propietario”. Extraído de “Planificación y programación de Mantenimiento”, Pablo Viveros, Magíster en Gestión de Activos y Mantenimiento.

Figura 2-17 Metodología de trabajo en base a RCM



Fuente: Escrito de J. Aguilar Otero, R. Torres Arcique y D. Magaña Jiménez (IMIQ) Vol.25

2.4.1. Equipo de trabajo

El equipo de trabajo se compondrá de 3 grupos los cuales aportarán con diferentes roles, pero complementarios. El facilitador será quien asegure que las metodologías utilizadas son aptas para poder integrarlo al contexto operacional y también es el responsable de los logros y compromisos generados en el plan.

El siguiente grupo son los miembros que participan directamente en el manejo de la información clave, aportan experiencias para poder llevar a cabo el proceso, como el área técnica del departamento de mantenimiento, operaciones, conductores. El líder, tercer grupo, recopila estas ideas generadas por los miembros y debe tomar decisiones en la gestión de actividades como también los recursos para la implementación de resultados.

Tabla 2-2 Identificación de equipo de trabajo

Turno	A	Turno	B
Oficina técnica	Javier Catalán	Oficina técnica	Jorge Aguirre
Supervisor taller	Juan Catalán	Supervisor taller	José Olivares
Líder taller	Leonardo Campos	Líder taller	Francisco Valdivia
Mecánicos	5	Mecánicos	6
Eléctricos	2	Eléctricos	2
Climatizador	1	Climatizador	1
Carroceros	1	Carroceros	1
Lavadores	1	Lavadores	1
Bodeguero	1	Bodeguero	1

Fuente: Elaboración propia en base a organigrama

2.4.2. Contexto Operacional

El vehículo de transporte Mercedes-Benz Vario 818D desempeña un papel de vital importancia en la zona norte del país, más precisamente en la ciudad de Calama, donde presta sus servicios en la mina Chuquicamata, localizada a una altitud impresionante de 2.870 metros sobre el nivel del mar. En este contexto geográfico, el equipo es utilizado en interior mina, donde debe afrontar desafíos debido al ambiente con condiciones de demasiada humedad, hollín, polución, barro, sectores inundados, carpeta vial con muchas interrupciones y fluctuaciones de terrenos considerables.

La principal misión de este vehículo consiste en el transporte de pasajeros. Posee una capacidad de 25 pasajeros más el chofer. La ruta que recorre el minibús conecta el campamento con las instalaciones de la mina, cubriendo una distancia diaria de 137 kilómetros por día contando día y noche.

Esta operación se lleva a cabo 40 veces al día: 20 veces en el día en 6 horas y 20 veces en la jornada nocturna en 6 horas. En total, el equipo de transporte trabaja durante unas 42 horas a la semana sin interrupciones, lo que se traduce aproximadamente en 168 horas al mes. En estas condiciones óptimas, un vehículo recorre un estimado de 4.110 kilómetros al mes.

Figura 2-18 Ruta inundada que circulan Minibuses MB Vario 818D



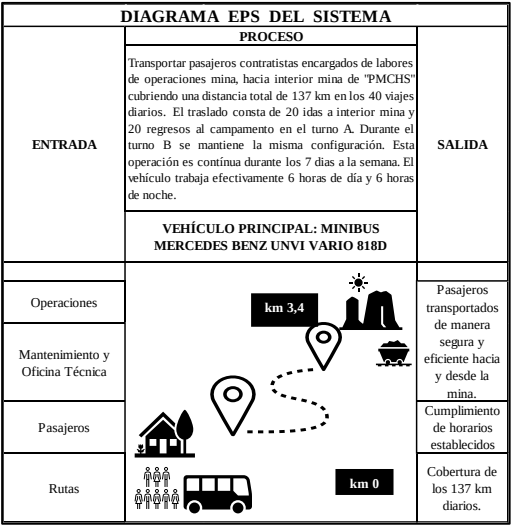
Fuente: Fotografía tomada al interior de mina “PMCHS”

La flota por contrato compone de 23 vehículos del mismo modelo y capacidades. Según lo conversado con supervisor, en mejor de los casos se utilizan solo 12 equipos, esto por efectos de desperfectos mecánicos y vencimiento de certificados de operatividad de Kaufmann.

2.4.3. Diagrama EPS del sistema principal

Es esencial identificar las principales actividades y elementos que componen este servicio. A continuación, se proporcionan las entradas, el proceso y la salida de lo que deben cursar estos minibuses por la prestación de servicios de transporte de pasajeros en interior mina de Chuquicamata ubicada en Calama.

Figura 2-19 Diagrama EPS de la operación del transporte de pasajeros en “PMCHS” con vehículo MB Unvi Vario 818D



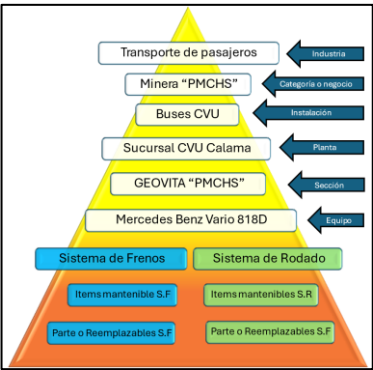
Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por Sucursal CVU Calama.

2.4.4. Taxonomía según norma ISO 14.224 del Sistema de Frenos y Sistema de Rodado

La norma ISO 14.224 tiene como objetivo establecer una estructura común para la recopilación de datos relacionados con el mantenimiento para cada activo, lo que facilita el análisis entre diferentes instalaciones y sistemas. Si bien inicialmente se desarrolló para la industria del petróleo y gas, también es aplicable a diversas industrias como la manufactura, energías, transporte, entre otros sectores que gestionan activos. Para esto, en uno de sus apartados menciona una estructura piramidal para clasificar de forma jerarquizada la ubicación del activo y la subdivisión de este en 9 escalones.

En el marco de esta norma, se establece la taxonomía del Sistema de Rodado y Sistema de Frenos en la siguiente figura:

Figura 2-20 Taxonomía de vehículo basado en ISO14224



Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por Sucursal CVU Calama.

Tabla 2-3 Item mantenible de Sistema de Rodado

Sistema de Rodado	
Equipo	Mercedes-Benz Vario 818D
Unidad	Mecánico
Ítem mantenible	Homocinética
	Diferencial
	Palieres
Ítem reemplazable	Neumáticos
	Rodamientos masa delanteros
	Rodamientos masa traseros
	Cubo de ruedas
	Fuelles
	Pernos de rueda
	Muñon (Mangueta)
	Casquillos
	Retenes de masa
	Junta homocinética

Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por Sucursal CVU Calama.

Mientras que los ítem mantenibles y reemplazables del sistema de frenos son los siguientes:

Tabla 2-4 Item mantenible de Sistema de Frenos

Sistema de Frenos		
Equipo	Mercedes-Benz Vario 818D	
Unidad	Mecánico	Eléctrico
Ítem mantenible	Discos de frenos	Fusible
	Bomba de ABS	Cableado control
Ítem reemplazable	Pastillas de frenos	Sensor de velocidad
	Caliper	Sensor de ABS
	Cañerías y mangueras	
	Valvulas Bba. ABS	

Fuente: Elaboración propia en base a datos entregados por Sucursal CVU Calama.

2.4.5. Metodología de Análisis de Número Prioritario de Riesgo (NPR)

En esta investigación se utilizará la metodología NPR, que hace referencia al “número prioritario de riesgo”. Esta metodología se basa en la integración de tres conceptos cuantificables para determinar el componente con mayor riesgo, basándose especialmente en sus modos de fallo. El NPR se calcula como el resultado del producto de estos tres conceptos, que involucra la severidad, ocurrencia y detectabilidad, es decir:

Ecuación 2-1 Número Prioritario de Riesgo

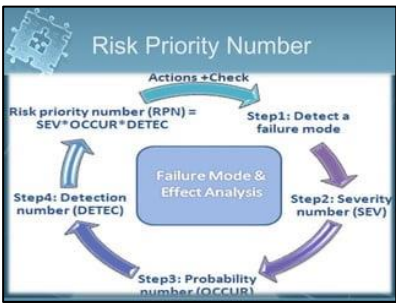
$$NPR = S * O * D$$

Fuente: <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/amef-analisis-de-modo-y-efecto-de-falla/>

El valor resultante se emplea con el propósito de identificar y destacar los riesgos más significativos por cada subsistema analizado. A su vez, facilita la búsqueda e implementación de medidas correctivas necesarias para abordar dichos riesgos de manera efectiva en el análisis de modos y efectos de falla. Esta herramienta es muy valiosa para la toma de decisiones en la gestión del mantenimiento.

Para estimar estos conceptos, se considerarán los parámetros recomendados en la página Lean Solutions. organización especializada en implementar sistemas de gestión Lean Management, AMEF, 8D, Six Sigma y TPM en las industrias.

Figura 2-21 Esquema Failure mode and Effect Analysis



Fuente: <https://smanufactura-itsb.blogspot.com/p/fmea.html>

2.4.5.1. Severidad

Indica el grado de afectación o el impacto en el negocio que genera la ocurrencia de falla. Su escala es de 0 a 10, resultando el número 10 el efecto más peligroso, mientras que el 1 indica una consecuencia sin efecto.

Tabla 2-5 Tabla severidad de fallas de ASQ (American Society for Quality)

Severidad ASQ (American Society for Quality)		
Clasificación	Efecto	Criterio: Severidad de Efecto Definido (proceso)
10	Crítico Peligroso Sin Aviso	Puede poner en peligro al operador. Modo de fallas afectan la operación segura y/o indicaría la no conformidad con regulaciones gubernamentales. La falla ocurrirá SIN AVISO.
9	Crítico Peligroso Con Aviso	Puede poner en peligro al operador. Modo de fallas afectan la operación segura y/o indicaría la no conformidad con regulaciones gubernamentales. La falla ocurrirá CON AVISO.
8	Muy Alto	Interrupción menor a la línea de producción. 100% del producto probablemente sea desechado. Ítem inoperable, pérdida de su función primaria. Cliente muy insatisfecho.
7	Alto	Interrupción menor a la línea de producción. Producto probablemente deba ser clasificada y una porción (menor al 100%) desechada. Ítem operable, pero a un nivel reducido de rendimiento. Cliente insatisfecho.
6	Moderado	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) probablemente deba ser desechada (no clasificada). Ítem operable, pero algunos ítems de confort/conveniencia inoperables. Clientes experimentan incomodidad.
5	Bajo	Interrupción menor a la línea de producción. 100% del producto probablemente sea re trabajado. Ítem operable, pero algunos ítems de confort/conveniencia operables a un nivel reducido de rendimiento. Cliente experimenta alguna insatisfacción.
4	Muy Bajo	Interrupción menor a la línea de producción. El producto probablemente deba ser clasificada y una porción (menor al 100%) re trabajada. Defecto percibido por la mayoría de los clientes.
3	Pequeño	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) del producto probablemente deba ser re trabajada en línea pero fuera de la estación de trabajo. Defecto es percibido por el cliente promedio.
2	Muy Pequeño	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) del producto probablemente deba ser re trabajada en la línea y en la estación de trabajo. Defecto es percibido solo por clientes exigentes.
1	Ninguno	Ningún efecto.

Tabla alineada con ASQ (American Society for Quality)

Fuente: <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/amef-analisis-de-modo-y-efecto-de-falla/>

2.4.5.2. Ocurrencia

Se trata de la probabilidad de que la falla sea detectada antes que el cliente se dé cuenta, es decir, que el cliente experimente la falla. Del “1 al 10”, siendo “10” cuando se desconociera totalmente la probabilidad de falla.

Tabla 2-6 Tabla ocurrencia de fallas de ASQ (American Society for Quality)

Ocurrencia (Probabilidad de que pase) ASQ (American Society for Quality)				
Clasificación n	Ocurrencia	Descripción	Frecuencia	Cpk (índice de capacidad real)
10	Muy Alta	La falla del proceso es casi inevitable.	1 en 2	0.33
9			1 en 3	0.51
8	Alta	Procesos similares han presentado fallas.	1 en 8	0.67
7			1 en 20	
6	Moderada	Muy pocas fallas ocasionales asociadas a procesos similares.	1 en 80	0.83
5			1 en 400	1.00
4			1 en 2,000	1.17
3	Baja	Pocas fallas asociadas con procesos similares.	1 en 15,000	1.33
2			1 en 150,000	1.5
1	Remota	Falla es improbable. Fallos nunca asociados con procesos casi idénticos.	< 1 en 1,500,000	> 1.67

Tabla alineada con ASQ (American Society for Quality)

Fuente: <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/amef-analisis-de-modo-y-efecto-de-falla/>

2.4.5.3.Detectabilidad

Se trata de la capacidad en que los controles del proceso propuestos y empleados por la empresa son capaces de detectar el modo de falla, antes de que la parte salga del lugar da manufactura. El rango es de “1 a 10”, siendo el “10” casi imposible en su detección y el numero “1” casi seguro.

Tabla 2-7 Tabla detección de fallas de ASQ (American Society for Quality)

Detección ASQ (American Society for Quality)			
Clasificación	Probabilidad de detección	Oportunidad de detección	Criterio: Probabilidad de detección por control de procesos
10	Casi imposible	Sin oportunidad de detección	No hay controles en el proceso capaz de detectar o prevenir la causa potencial de falla
9	May Remota	Es probable que no se detecte en ninguna etapa del proceso	Hay una probabilidad muy remota de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
8	Remota	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad remota de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
7	May Baja	Detección de problemas en la fuente	Hay una probabilidad muy baja de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
6	Baja	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad baja de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
5	Moderada	Detección de problemas en la fuente	Hay probabilidad moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
4	Alta	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad mas moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
3	Moderada	Detección de problemas en la fuente	Hay una probabilidad moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
2	May Alta	Detección de errores y/o prevención de problemas	Hay una alta probabilidad de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
1	Casi Seguro	Proceso a prueba de errores	Es casi seguro que el control de proceso es capaz de detectar o de prevenir la causa potencial del modo de falla

Fuente: <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/amef-analisis-de-modo-y-efecto-de-falla/>

2.5. TABLA RCM DEL SISTEMA DE RODADO Y DE FRENOS

La tablas de RCM mostradas a continuación se basan en la metodología explicada en el libro de “Manual de Mantenimiento Ingeniería, Gestión y Organización de Alejandro J. Pistarelli”, en donde se procede a analizar cada falla funcional con sus respectivos modos de fallos, causas y efectos de falla, asignando parámetros de detectabilidad, ocurrencia y severidad con la finalidad de obtener el resultado de RPN (Risk Priority Number) respectivo dar pie a poder dirigir y evaluar los esfuerzos en las actividades recomendadas para los sistemas críticos del vehículo Mercedes Benz Vario 818D.

2.5.1. Sistema de Rodado

En primer lugar, se presenta la hoja de análisis de RCM del sistema de Rodado con un contenido de 9 modos de fallas repartidos dentro de 5 fallas funcionales en un grupo de 2 funciones con sus respectivos efectos de falla asociados.

Tabla 2-8 Tabla RCM del sistema de rodado de Vehículo Mercedes Benz Vario 818D

Hoja de Análisis RCM								Severidad	Ocurrencia	Detectabilidad	NPH	
Subsistema	Sistema		Mercedes Benz Vario 818D		Modo de Falla	Causas	Efectos de Falla					
	F	Funciones	FF	Fallas Funcionales				MF				
Sistema de Rodado	1	Mantener una velocidad de 30 +/- 10 [km/h]	A	El vehículo es incapaz de moverse y transportar pasajeros	1	Corte de palieres traseros y/o delanteros.	Exposición constante a carpetas de rodado irregulares e inundadas.	Evidente. Aumenta el riesgo de vuelco e incapacidad en el frenado, puede verse afectado en mayor proporción en las maniobras evasivas o giros. Adicionalmente conlleva a un potencial riesgo de accidente por la pérdida de control y la falta de estabilidad. Dada esta condición los costos y el tiempo de reparación son altos y se debe sustituir el vehículo por otro para continuar con el servicio. El costo del material completo del tren asciende a \$420.000 CLP.	10	3	8	240
					2	Neumático reventado.	Exposición a carpetas de rodado con escombros filosos.	Evidente. Puede resultar una falla muy común. Esta condición conlleva a interrupciones en la producción y operaciones de la empresa mandante, por lo que es necesario mantener el de repuesto siempre operativo. La reparación, en el peor de los casos, nunca supera los 60 minutos. El costo del repuesto es de \$100.000 CLP	8	2	7	112
			B	Incapacidad para alcanzar una velocidad óptima	1	Engranajes del diferencial bloqueados o trabados.	Falta de lubricación, desgaste de componentes internos, daños en los dientes de engranajes, acumulación de suciedad o residuos.	No evidente. Cuando el diferencial está bloqueado, ambas ruedas traseras giran a la misma velocidad, incluso cuando se están moviendo en direcciones diferentes, como al girar. Esto puede resultar en una pérdida de tracción, especialmente durante giros cerrados, y afectar la capacidad del vehículo para alcanzar velocidades más altas. La falta de lubricación en el diferencial puede dejar el vehículo fuera de servicio . Las rutinas de lubricación están vigentes y se realizan con regularidad.	7	1	5	35
					2	Desgaste de embrague .	Cambio de marchas innecesarias, mantener embrague presionado en tiempos de espera, conducción en condiciones adversas, carga adicional de peso. Falta de lubricación.	No evidente. Se pueden experimentar vibraciones y sacudidas bruscas debido engranaje deficiente cuando se presiona o suelta el embrague, adicional a esto puede detectarse por olores ya que un embrague desgastándose puede generar un aroma reconocible. Con el tiempo en mal estado puede que resulte difícil cambiar de marcha de manera suave. Esta condición puede programarse ya que no interrumpe de manera inmediata. El tiempo de reparación es de 4 horas y el costo del disco de embrague es de \$401.500 CLP.	5	7	3	105
	2	Proporcionar tracción y estabilidad sobre la ruta	A	Insuficiencia de transmisión de torque a las ruedas	1	Desgaste excesivo en el estrado de los palieres traseros	Falta de lubricación, sobrecarga o exceso de pasajeros, condiciones de manejo extremas, mantenimientos inadecuados, desalineamiento o problemas de suspensión, calidad de los materiales de repuesto.	No evidente. Afecta al equipo en transmitir tracción entre el árbol de transmisión y diferencial. Se puede notar previamente en vibraciones y ruidos anormales durante la operación del vehículo, lo que podría sufrir daños significativos y pérdidas de control. Adicionalmente da lugar a una parada repentina y no planificada del vehículo, por ende esta condición puede resultar en aumento en el tiempo de reparación y los costos de materiales pueden ascender a \$420.000 CLP por tren.	8	1	5	40
					B	Deficiencia en la estabilidad y maniobrabilidad del vehículo	1	Rodamiento con daño en la pista interna.	Terreno irregular por falta de mantenimiento, altas velocidades en terrenos irregulares, suspensión defectuosa, neumáticos en mal estado o presión inadecuada, impacto con obstáculos, exposición constante al agua y barro, falta de limpieza de chasis del vehículo.	Evidente. Las vibraciones excesivas pueden tener una evidencia en el volante del conductor, el cual es el primero en que pueda percibir esta anomalía y pueda generar reportes. Las pérdidas de control y estabilidad son derivadas de esta condición de manejo y se presentan más notablemente en curvas y terrenos dispares, dificultando también así la ergonomía de los pasajeros. Los costos de materiales pueden alcanzar los \$82.397 CLP por rueda delantera y \$223.356 CLP por rueda trasera.	8	9
			2	Pernos de ajuste de rueda sueltos.			Vibraciones e impactos constantes en carpeta de rodado, mantenimiento deficiente, sobrecarga del vehículo.	Evidente. La pérdida de al menos 2 pernos de sujeción de rueda puede ocasionar vibraciones adicionales en el rodar del vehículo. Esto no interrumpe el funcionamiento del vehículo. Los costos de estos materiales por unidad es de \$400 CLP	9	5	3	135
			3	Inflado incorrecto del neumático			Inflado incorrecto, Falta de alineamiento y balanceo. Suspensiones dañadas (carga dispar), Rodamientos defectuosos, Problemas con dirección.	No evidente. Se pierde la capacidad de estabilidad del vehículo, generando desviaciones en la dirección y la reducción de la vida útil del neumático. Aumenta la probabilidad de que el neumático se retire, impacta en la eficiencia del combustible y también puede verse afectada la capacidad de frenado. La reparación de esta condición substancial en el peor de los casos es cambio de neumático con un costo de \$100.000 CLP o bien si se evidencia a tiempo se puede recurrir al balanceo de ruedas.	9	5	2	90
			C	Provocación de resistencia a la conducción y dificultad al girar.			Homocinética con juego excesivo.	Condiciones irregulares del terreno, falta de lubricación, impactos y choques, uso continuo y exigente, sobrecarga del vehículo.	Evidente. La falta de homocinética es una falla progresiva en el tiempo y puede provocar un manejo impreciso y sensaciones de golpeteos en la dirección. Puede detectarse antes de una falla catastrófica por parte del conductor, ya que genera vibraciones y ruidos en primera instancia, por lo tanto es posible programar el cambio antes. Los costos del cambio del repuesto pueden ascender a la suma de \$150.000 CLP por el kit completo.	7	4	5

Fuente: Elaboración propia a partir de recopilación de datos Sucursal CVU Calama del sistema de rodado.

2.5.2. Sistema de Frenos:

En consiguiente, se presenta la hoja de análisis de RCM del sistema de frenos en el cual se exponen 11 modos de fallas repartidos en 2 funciones, en 3 fallas funcionales con sus respectivos efectos de falla asociados.

Tabla 2-9 Tabla RCM del sistema de frenos de Vehículo Mercedes Benz Vario 818D

Hoja de Análisis RCM								Severidad	Ocurrencia	Precedencia	NPR		
Subsistema	Sistema		Mercedes Benz Vario 818D		Modo de Falla	Causas	Efectos de Falla						
	F	Funciones	FF	Fallas Funcionales				MF					
Sistema de Frenos	3	Contener y transportar el líquido hidráulico de freno a una presión entre 800 a 1200 PSI.	A	Frenos hidráulicos no responden de forma inmediata	1	Pastillas de frenos desgastadas.	Uso abusivo de frenos, no uso de reducción de marchas para frenar, polvo, suciedad y materiales abrasivos, calidad de pastillas de frenos.	No evidente. Se pierde la capacidad de frenado instantáneo, debiendo bombear más veces el pedal de freno para acercar más la pastilla al disco. Desgaste desigual de pastillas de frenos. Este modo de falla no afecta al funcionamiento principal del vehículo, por lo que se puede programar. Los costos del repuesto ascienden a \$24.000 CLP por rueda.	7	7	4	196	
					2	Disco de frenos con desgaste (delgado).	Sobrecalentamiento de discos por uso brusco y prolongado de frenos. No uso de reducción de marchas para disminuir velocidad. Instalación inadecuada sin el par de apriete adecuado. Materiales de baja calidad (propensos a deformarse más rápido)	Evidente. Distorsión en el disco debido a la expansión y contracción térmica del material, sobre todo si se expone a agua fría después de un frenado, esto puede causar deformaciones. Este modo de falla sólo afecta en la sensación de conducción, pero no limita la función principal del vehículo. Reduce la eficacia de frenado, generando distancias de frenado más largas y mayor riesgo de colisiones. El mantenimiento puede programarse con anticipación mediante el aviso del conductor hacia el área de mantenimiento. El costo del disco de freno trasero puede ascender a \$125.300 CLP	8	8	5	320	
					3	Fuga de líquido de freno por calería rota.	Impactos o golpes externos, desgaste o corrosión, instalación incorrecta, sobrecarga o estrés por presión sobre calerías, material de baja calidad.	No evidente. Falla evidente en la capacidad de frenado del vehículo, genera inseguridad en el rodar del vehículo tanto como para el chofer y los pasajeros. Por lo tanto se debe solucionar de inmediato. Los costos de las calerías asciende a \$4.000 CLP.	8	5	4	160	
					4	Caliper obstruido.	Acumulación de suciedad, polvo, corrosión y oxidación presentes en el fluido debido eventualmente a fugas del líquido de freno. Instalación de piezas defectuosas. Falta de mantenimiento.	No evidente. Genera imposibilidad de frenado, resultando falta en la seguridad del rodar del vehículo. Puede deberse al fluido hidráulico contaminado o bien por suciedad del ambiente incrustada en el pistón, imposibilitando el funcionamiento del apriete de las mordazas. El costo del cambio del caliper puede ascender a \$782.000 CLP para el caliper delantero y \$490.000 para el trasero.	8	6	4	192	
					5	Fuido de frenos incorrecto.	Problemas de compatibilidad de fluidos, mezcla de fluidos de frenos. Deterioro de fluido por falta de reemplazo periódico, aire en el sistema, almacenamiento inadecuado del líquido (humedad, altas temperaturas).	No evidente. El líquido de freno incorrecto puede generar que el pistón del caliper no se accione debidamente a la presión correspondiente, por lo que se debe drenar la línea completa para cambiar al líquido hidráulico correspondiente.	8	2	7	112	
	4	Evitar que las ruedas se bloqueen durante frenada intensa con el Sistema Antibloqueo de Frenos (ABS). Funcionamiento entre 1500 a 2500 PSI	B	Módulo hidráulico de control ABS no detecta información eléctrica	1	Sensores de velocidad obstruidos o en mal estado.	Contaminación con residuos mineros, corrosión por exceso de humedad, impacto y vibraciones, poca limpieza de chasis.	No evidente. Es un modo de falla no evidente hasta que se requiere un frenado intenso, por lo tanto debe estar operativo ante cualquier emergencia. Se debe comprobar el grado de obstrucción que por lo general es por sedimentos incrustados. El vehículo puede continuar realizando los traslados de manera pasiva hasta terminar su recorrido y entrar a revisión.	7	2	8	112	
					2	Cableado de control eléctrico cortado .	Altas temperaturas, ambientes húmedos, carpeta de rodado inundada, vibraciones y golpes, desgaste y envejecimiento, sobrecargas eléctricas.	No evidente. El panel de instrumentos genera el reporte de la falta de interconexión, por lo que se debe asistir prontamente a solucionar la alimentación eléctrica de este componente sin causar mayor retraso en el servicio de traslado de pasajeros.	8	4	3	96	
					3	Fusible quemado.	Sobrecarga eléctrica, cortocircuito, desgaste de componentes eléctricos, contaminación con residuos mineros, falsos contactos.	No evidente. El panel de instrumentos genera el reporte de la falta de interconexión, por lo que se debe asistir prontamente a solucionar la alimentación eléctrica de este componente sin causar mayor retraso en el servicio de traslado de pasajeros.	8	4	3	96	
			C	Bomba hidráulica de ABS incapaz de generar presión adecuada	1	Válvulas de bomba ABS obstruidas.	Suciedad y contaminación con residuos mineros, corrosión, impactos o daños físicos, fugas del líquido de frenos, desgaste o envejecimiento.	No evidente. Puede afectar a la regulación de presión del fluido y ocasionar desperfectos en el frenado intenso, no afecta directamente al rodar del equipo ni productivamente hablando al personal de pasajeros. Afecta directamente a la seguridad de los pasajeros, alargando la trayectoria del frenado. Se debe conducir de forma pasiva y solicitar dentro del mismo día. El valor del cambio de la bomba es de \$120.000 CLP	8	2	8	128	
					2	Fuga en calerías de ABS.	Impactos o golpes externos, desgaste o corrosión, instalación incorrecta, sobrecarga o estrés por presión sobre calerías, material de baja calidad.	No evidente. Puede resultar una falla que genera inseguridad en el rodar del vehículo tanto como para el chofer y los pasajeros. Por lo tanto se debe solucionar de inmediato. Los costos de ramos delas calerías asciende a \$4.000 CLP.	7	3	8	168	

Fuente: Elaboración propia a partir de recopilación de datos Sucursal CVU Calama del sistema de frenos

2.6.ANÁLISIS DE DATOS DEL RCM

Una vez realizado el estudio de criticidad, basados en la metodología de RCM, se obtuvieron los valores de RPN y según estos datos, se establece la prioridad de riesgo para los modos de falla estudiados. De esta manera, se reconocen qué fallas son las más críticas de los sistemas propuestos en la problemática y que necesiten mayor cuidado para un correcto funcionamiento.

2.6.1. Criterio de criticidad en RCM

Dado que los valores de RPN figuran entre 35 a 320, se establece una escala de criticidad ascendente entre 1 y 1000 debido a la naturaleza de los datos desde la página de Lean Solution.

Tabla 2-10 Tabla ponderación NPR del RCM

200-1000	Riesgo de Falla Alto
100-200	Riesgo de Falla Medio
1-100	Riesgo de Falla Bajo

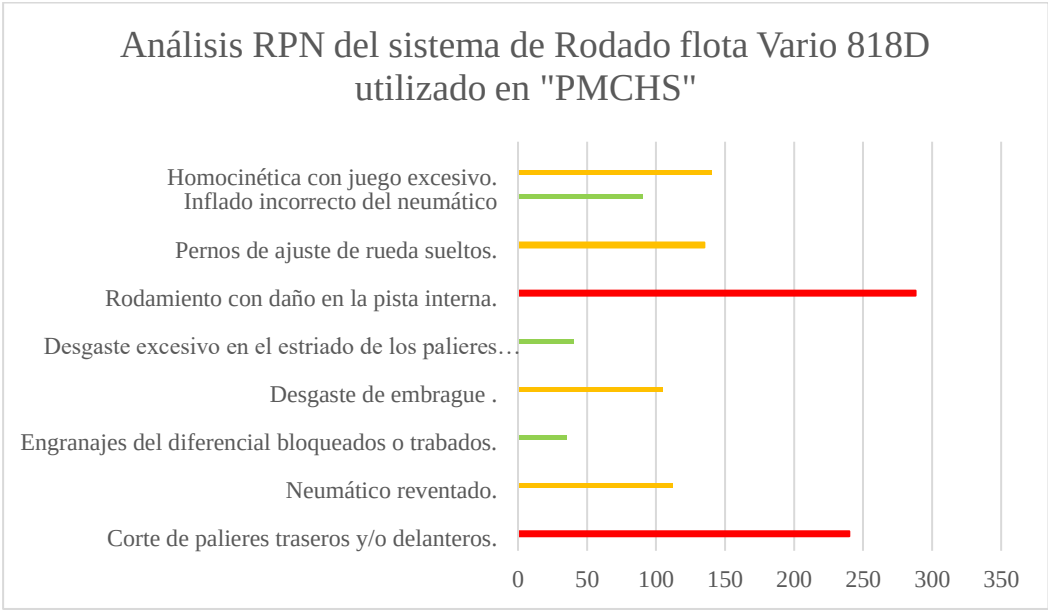
Fuente: Elaboración propia para determinar ponderación de resultados NPR para el RCM

2.6.2. Modos de fallos críticos

Se logra determinar que los casos que tienen mayor incidencia en los resultados de Alto Riesgo de Falla son “Disco de freno con desgaste” en el sistema de Freno. Por otro lado, en el Sistema de Rodado resultaron dos modos de falla los cuales son “Rodamiento con daños en la pista interna” y “corte de palieres traseros y delanteros”, respectivamente.

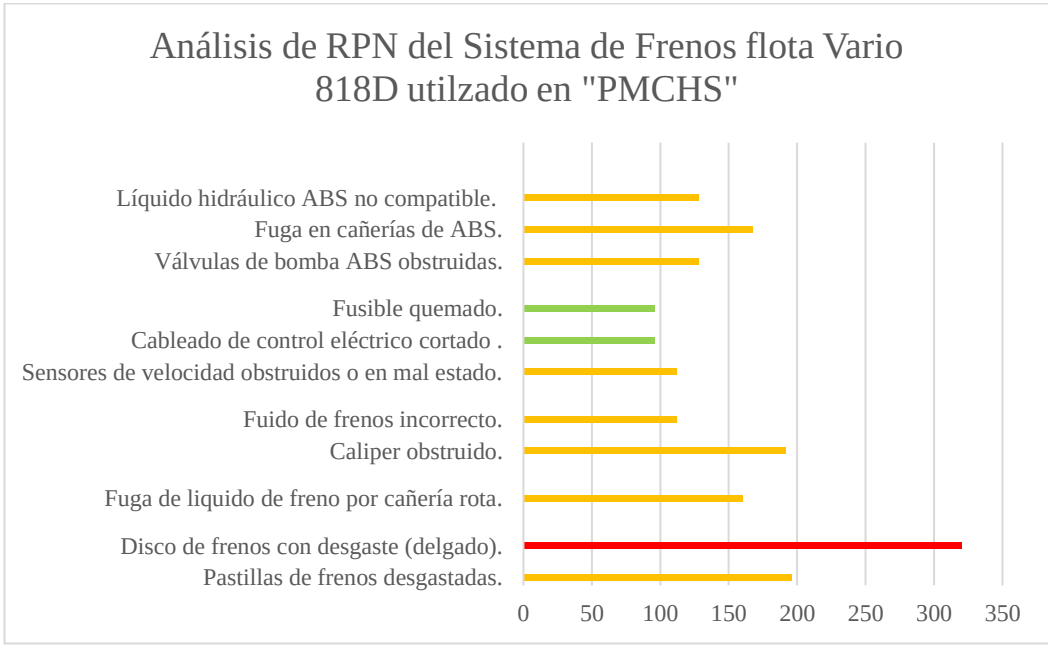
Con los resultados obtenidos se genera una gráfica general de todos los modos de fallas analizados con su respectivo puntaje y criticidad RPN. Con estos resultados se da paso a poder establecer estrategias de mantenimiento para poder abordar los modos de falla de forma anticipada y reducir la probabilidad de fallo.

Gráfico 2-1 Puntuación RPN sistema de Rodado.



Fuente: Elaboración propia para determinar ponderación de resultados NPR.

Gráfico 2-2 Puntuación RPN sistema de Frenos.



Fuente: Elaboración propia para determinar ponderación de resultados NPR.

De esta manera, quedan reconocidos los modos de falla más recurrentes que tienen un mayor impacto en la operación, información clave al momento de ocurrida una falla y centrar la atención en ellos, además de entregar una mayor relevancia al momento de programar tareas de mantenimiento.

Tabla 2-11 Tabla resumen de resultados RPN.

Sistema de Rodado			
Modo de falla	ítem	Causas	RPN
Corte de palieres traseros y/o delanteros	1-A-1	Exposición constante a carpetas de rodado irregulares e inundadas.	240
Rodamiento con daño en la pista interna.	2-B-1	Exposición constante al agua y barro, falta de limpieza de chasis del vehículo. Terreno irregular, altas velocidades en terrenos irregulares, suspensión defectuosa, neumáticos en mal estado o presión inadecuada, impacto con obstáculos.	288
Sistema de Frenos			
Modo de falla	ítem	Causas	RPN
Discos de freno desgastados	3-A-2	Sobrecalentamiento de discos por uso brusco y prolongado de frenos. No uso de reducción de marchas para disminuir velocidad. Instalación inadecuada sin el par de apriete adecuado. Materiales de baja calidad (propensos a deformarse más rápido)	320

Fuente: Elaboración propia para visualizar sistemas críticos de vehículo Mercedes Benz Vario 818D.

Si bien el modo de falla de corte de palieres traseros y/o delanteros, dentro de los 4 meses de recolección de datos no tuvo ocurrencia, unos meses después sí ocurrió y fue motivo del término anticipado del contrato con empresa que mantenía contratado los servicios de transporte de pasajeros, debido a esta situación se considera en el análisis.

2.6.3. Análisis de hoja de decisión de RCM II

A continuación, se presenta la hoja de decisión basado del formato del libro RCM II de John Moubray. En aquella planilla se exponen la evaluación de las consecuencias tanto evidentes, no evidentes, si tiene algún afecto a la seguridad y ambiente como también a la operación propiamente tal en el sistema de rodado como en el sistema de frenos. Lo anterior con la finalidad de generar tareas propuestas para abordar las condiciones de falla.

2.6.3.1.Sistema de Rodado

La mayor parte de las tareas resultantes de bajo impacto RPN se generarán tareas a condición, sin embargo, el corte de palieres si bien posee un impacto alto, se requiere una tarea a condición preventiva para poder mantener controlada esta falla. Por otro lado, también resultó un reacondicionamiento cíclico dirigido al desgaste de embrague el cual afecta de forma indirecta al sistema de rodado ya que limita la funcionalidad de mantener una velocidad constante en el equipo. Y por último un rediseño enfocado a la falla de rodamiento con daños en la pista interna, que resulta ser el problema principal que se aborda en este estudio.

Tabla 2-12 Tareas propuestas basado en árbol de decisión para el Sistema de rodado.

Hoja de trabajo de decisión RCM II							Sistema: Vehículo Mercedes Benz Vario 818D										Realizado por:		Fecha:		Hoja: 1-2	
							Subsistema: Sistema de Rodado										Sr. Pablo Ovando P.		dic-23			
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	Tareas				Tarea resultante	Tareas propuestas	Frecuencia de aplicación	A realizar por					
							S1	S2	S3	"a falta de"												
							O1	O2	O3													
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4										
1	A	1	S	S			S						TC	1. Inspección visual periódica. 2.Lubricación. 3. Reemplazar de piezas desgastadas. 4. Verificar balanceo y alineación.	1. Cada 3 semanas 2. Cada 3 semanas 3. Cada 3 semanas 4. Cada 3 meses	1. 1 Mecánico 2. 1 Mecánico 3. 1 Mecánico 4. 1 Mecánico						
1	A	2	S	N	N	S	N	N					NM	Ningún mantenimiento proactivo		Mecánico						
1	B	1	S	S			S						TC	1. Revisión visual. Verificar estado de aceite. 3. Revisar y reemplazar las juntas defectuosas. 4. Inspección de los componentes internos.	2. 1. Cada 2 semanas 2. Cada 4 semanas 3. Cada 4 semanas 4. Cada 4 semanas	1. 1 Mecánico 2. 1 Mecánico 3. 1 Mecánico 4. 1 Mecánico						
1	B	2	S	N	N	N	N	S					RC	1. Verificar ajuste del recorrido del pedal de embrague. 2. Evaluar reemplazo de disco de embrague. 3. Evaluar reemplazo de plato de presión Evaluar reemplazo de rodamiento de empuje	4. 1. Cada 12 semanas 2. Cada 12 semanas 3. Cada 12 semanas 4. Cada 12 semanas	1. 1 Mecánico 2. 2 Mecánico 3. 2 Mecánico 4. 2 Mecánico						
2	A	1	S	N	N	S	S						TC	1. Inspección visual. Revisar estado de amortiguadores. Revisión de Alineación y balanceo de ruedas. 4. Lubricación.	3. 1. Cada 3 semanas 2. Cada 3 semanas 3. Cada 3 semanas 4. Cada 3 meses	1. 1 Mecánico 2. 2 Mecánico 3. 2 Mecánico 4. 1 Mecánico						
2	B	1	S	N	N	S	N	N	N				RD	1. Rediseño.		1. Operaciones 2. Mantenimiento 3. Mantenimiento						
2	B	2	S	S			S						TC	1. Visualizar Generar pauta de torque de ruedas.	2. 1. Cada 2 dias 2. Semanal	1. 1 Mecánico o chofer 2. 1 Mecánico						
2	B	3	N				S						TC	1. Realizar mediciones de presión.	1. Diario	1. Mecánico o chofer						
2	C	1	S	N	N	S	S						TC	1. Generar limpieza. Lubricación o engrasase. Verificar respuesta de rebote en Amortiguadores.	3. 2. 1 Semanal 2. Cada 3 semanas 3. Mensual	1. 1 Mecánico 2. 1 Mecánico 3. 1 Mecánico						

Fuente: Elaboración propia para determinar tareas basadas en árbol de decisión.

2.6.3.2.Sistema de Frenos

La mayor parte de las tareas resultaron tareas a condición incluyendo el modo de falla más crítico el cual se trata de discos de frenos desgastados, que, en función a su consecuencia, merece realizar un seguimiento de mediciones de alabeo para monitorear su condición de forma mensual y poder así anticiparse a alguna irregularidad en las superficies del disco, con la finalidad de generar una reparación o rectificado de la pared del disco. Por otro lado, también resultaron otras tareas de búsqueda de fallas para las cañerías rotas y un rediseño para poder identificar con etiquetas el correcto fluido de frenos con la finalidad de no contaminar el circuito con un fluido incorrecto.

Tabla 2-13 Tareas propuestas basado en árbol de decisión para el Sistema de frenos.

Hoja de trabajo de decisión RCM II			Sistema: Vehículo Mercedes Benz Vario 818D										Realizado por:		Fecha:		Hoja: 2-2		
			Subsistema: Sistema de Frenos										Sr. Pablo Ovando P.		dic-23				
Referencia de información			Evaluación de las consecuencias				H1 S1 O1	H2 S2 O2	H3 S3 O3	Tareas "a falta de"			Tarea resultante	Tareas propuestas	Frecuencia de aplicación	A realizar por			
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4							
3	A	1	S	N	N	N	S							TC	1. Chequeo y limpieza	1. Cada 2 semanas	1. 1 Mecánico		
3	A	2	S	S			N	N	N				S	CT	1. Realizar mediciones de alabeo. 2. Limpieza e inspección visual.	1. Mensual 2. Cada 2 Semanas	1. 2 Mecánicos 2. 1 Mecánico		
3	A	3	S	N	N	S	S							TC	1. Realizar limpieza e inspección visual, reemplazar piezas deterioradas.	1. Cada 3 semanas	1. Mecánico		
3	A	4	S	N	N	S	S							TC	1. Limpieza de calipers. 2. Verificar visualmente muestra de fluido de freno. 3. Inspeccionar mangueras y conductos.	1. Cada 2 semanas 2. Cada 3 meses 3. Mensual	1. 1 Mecánico 2. 1 Mecánico 3. 1 Mecánico		
3	A	5	N				N	N	N	N	S			RD	1. Rediseño		1. Mecánico		
4	B	1	N				S							TC	1. Limpieza. 2. Comprobar estado de conectores, enchufes y cableado.	1. Cada 3 semanas 2. Cada 3 semanas	1. 1 Mecánico 2. 1 Mecánico		
4	B	2	S	N	N	S								NM	Ningún mantenimiento proactivo		Mecánico		
4	B	3	S	N	N	S	S							NM	Ningún mantenimiento proactivo		Mecánico		
4	C	1	N				S							TC	1. Verificar periódicamente el líquido y su nivel 2. Verificar conexiones de tuberías del embrague y bomba de embrague.	1. Cada 3 meses 2. Mensual	1. 1 Mecánico 2. 1 Mecánico		
4	C	2	N				S							BF	1. Limpieza e inspeccion líneas de presión y pruebas de presión.	1. Mensual	1. 2 Mecánicos		
4	C	3	N				N	N	N	N	S			RD	1. Rediseño.		1. 1 Mecánico		

Fuente: Elaboración propia para determinar tareas basadas en árbol de decisión.

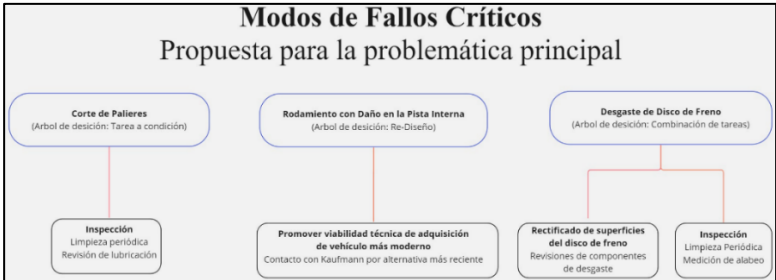
2.5.4 Ciclo de análisis de modos de fallas, efectos y criticidad (AMEF)

Una vez realizado el AMEF, habiendo desarrollado y obtenido un orden prioritario de modos de falla dada la criticidad calculada, es necesario complementar este proceso agregándole la selección de qué tipo de tarea se va a realizar basados en el árbol de decisión a todos los modos de falla del plan propuesto.

En primer lugar, se presentan las respectivas tareas seleccionadas a partir la evaluación de consecuencias basados en el análisis del árbol de decisión de fallas del sistema de rodado y en segundo lugar el sistema de frenos.

Con esta información se cierra el ciclo de estudio para posteriormente generar mejoras en la problemática asociada al estudio de la flota de autobuses utilizada en el transporte de pasajeros en “Proyecto Minero Chuquicamata”

Figura 2-22 Propuesta de solución a la problemática de los modos de fallos críticos.



Fuente: Elaboración propia desde plataforma MIRO, para proponer solución a la problemática.

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA
PROPUESTA

3. EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA PROPUESTA

El análisis económico del plan de mantenimiento propuesto se encarga de realizar una evaluación de los métodos del mantenimiento que utiliza la empresa para la flota de las tareas basadas por el análisis RCM considerando los modos de fallas más críticos con la finalidad de determinar la factibilidad económica de este, determinando así elementos que se consideren indispensables para la ejecución del plan de mantenimiento evaluado para un horizonte de un año de ejecución.

3.1. COSTOS POR CONCEPTO DE ARRIENDO DE LA FLOTA

El desglose del costo de arriendo de la flota de minubuses “bototos” (UNVI VARIO 818D), según el contrato de la empresa contratista para cada vehículo, se presenta de la siguiente manera durante el mes de agosto: se especifica el costo diario y se muestra la cantidad de días que cada minibus estuvo en operación, tanto para turnos de 24 horas como para turnos de 12 horas.

Tabla 3-1 Resumen de estado de pago y valor del contrato de empresa contratista a buses CVU

Agosto							
	N° Interno	Patente	Días trabajados 24 horas	Valor Diario (UF)	Días trabajados 12 horas	Valor diario (UF)	Valor total (UF)
1	659	KLPZ33	30	\$ 17,05	\$ -	\$ 11,17	\$ 511,50
2	660	KLPZ34	30	\$ 17,05	\$ -	\$ 11,17	\$ 511,50
3	665	KLPZ41	30	\$ 17,05	\$ -	\$ 11,17	\$ 511,50
4	667	KLPZ43	30	\$ 17,05	\$ -	\$ 11,17	\$ 511,50
5	669	KRWX11	30	\$ 17,05	\$ -	\$ 11,17	\$ 511,50
6	670	KRWX12	30	\$ 17,05	\$ -	\$ 11,17	\$ 511,50
7	681	KRWX31	30	\$ 17,05	\$ -	\$ 11,17	\$ 511,50
8	704	KVJB69	30	\$ 17,05	\$ -	\$ 11,17	\$ 511,50
9	706	KVJB71	30	\$ 17,05	\$ -	\$ 11,17	\$ 511,50
10	719	KVJB90	30	\$ 17,05	\$ -	\$ 11,17	\$ 511,50
11	722	KVJB94	0	\$ 17,05	\$ 30	\$ 11,17	\$ 335,10
12	725	KVJB97	0	\$ 17,05	\$ 30	\$ 11,17	\$ 335,10
13	727	KVJB99	0	\$ 17,05	\$ -	\$ 11,17	\$ -
14	739	LCFP33	0	\$ 17,05	\$ -	\$ 11,17	\$ -
15	740	LCFP34	0	\$ 17,05	\$ -	\$ 11,17	\$ -
16	742	LFJL11	0	\$ 17,05	\$ -	\$ 11,17	\$ -
17	743	LFJL14	0	\$ 17,05	\$ -	\$ 11,17	\$ -
18	766	LFJL47	0	\$ 17,05	\$ -	\$ 11,17	\$ -
19	831	LLDC79	0	\$ 17,05	\$ -	\$ 11,17	\$ -
20	832	LLDC80	0	\$ 17,05	\$ -	\$ 11,17	\$ -
21	833	LLDC81	0	\$ 17,05	\$ -	\$ 11,17	\$ -
22	856	LTFV34	0	\$ 17,05	\$ -	\$ 11,17	\$ -
23	859	LTFV37	0	\$ 17,05	\$ -	\$ 11,17	\$ -
						Total (UF)	\$ 5.785,20
Valor UF (25/08/2023)		\$ 36.102				Total (CLP)	\$ 208.857.290
Valor Dólar (25/08/23)		\$ 854,77				Total (\$US)	\$ 244.343
Totales sin I.V.A (19%)							

Fuente: Elaboración propia a partir de estado de pago de contrato mes agosto de empresa contratista prestadora de servicios en PMCHS.

El total mensual de ganancia que genera esta flota de minibuses por mantenerse en arriendo es de \$208.857.290 pesos chilenos o \$US 244.343 dólares mensuales (cambio de \$854,77 pesos por dólar al día 25 de agosto de 2023).

Cabe destacar que la empresa contratista requiere que haya 12 vehículos en funcionamiento y 11 adicionales de respaldo. Si bien estos equipos de respaldo solamente se utilizan en caso de reemplazo y no se refleje un ingreso directo en la tabla anterior de arrendamiento, los costos asociados con estos vehículos se incluyen en el costo diario de los vehículos en funcionamiento, esto se hace para mantenerlos listos como sustitutos dentro del alcance del contrato. (más detalle en Anexo O).

3.2. GASTOS INCURRIDOS POR MANTENIMIENTOS EN LA FLOTA

A partir el compilado de datos entregado por Sucursal CVU Calama, se analizan los casos de diferentes vehículos que tuvieron eventualidades de fallo que hayan generado pérdidas considerables en el centro costo de Mantenimiento.

3.2.1 Caso del vehículo N° 743 en Geovita

Esta empresa contratista utilizó un total de 23 vehículos de estilo minibus UNVI Vario 818D para realizar sus labores de transporte de trabajadores en interior mina de Chuquicamata en el año 2023. Las labores de mantenimientos eran efectuadas plenamente por buses CVU.

El análisis se basa en las pautas de rodado y chequeos a sistemas críticos (componentes de rodado), a los minibuses.

Las actividades de mantenimiento son realizadas en base a pautas de rodado cada 10.000 km y los chequeos de componentes críticos de rodado cada 3.000 km; En el cual en el año idealmente se debiesen realizar como mínimo 4 pautas de rodado y 6 chequeos a sistemas críticos. Sin embargo, al vehículo N° 743 solamente alcanzó a ser intervenido 2 veces con pautas de rodado y 1 sola vez con pautas de chequeo de rodado. Cabe destacar que las pautas de rodado contemplan realizar sustitución de componentes principalmente los más utilizados y en los cuales se enfoca este estudio, tales como rodamientos de masa, cubos de masa, discos de freno, caliper, retenes, pastillas de freno entre otros. Mientras que los chequeos de rodado en primera instancia fueron pensados para intervenciones menores.

En la siguiente tabla se muestran los mantenimientos que estaban considerados dentro del año 2023 que debían efectuarse al equipo N°743. Los mantenimientos en color rojo no fueron realizados o no existe registro de aquello. Por otro lado, los mantenimientos en verde y celeste si fueron realizados, tienen registro con su respectiva orden de trabajo y costo asociado a la reparación. Sin embargo, los últimos meses desde octubre hasta diciembre no existen intervenciones debido a la culminación de contrato.

Tabla 3-2 Costos que incurre la empresa CVU en mantenimientos a vehículo N°743 desde enero a octubre

Dólar 31/12/23	\$	875	Vehículo N°743 acontecido año 2023 (Sin RCM)			
km/mannt.	Tramo Fecha aprox		Tipo Mantenimiento	Costo por intervención	OT	Km real
0	01-ene		Pauta Rodado	\$	-	Sin registro
3000	15-ene		Chequeo de Rodado	\$	-	Sin registro
6000	15-feb		Chequeo de Rodado	\$	-	Sin registro
9000	01-mar		Chequeo de Rodado	\$	-	Sin registro
10000	07-abr		Pauta Rodado	\$	6.140	OT 90330 97.306 km
12000	29-abr		Chequeo de Rodado	\$	-	Sin registro
17000	03-ago		Pauta Rodado	\$	3.333	OT 100191 104.144 km
19000	09-sept		Chequeo de Rodado	\$	508	OT 104991 106.523 km
20000	29-sept		Pauta Rodado	\$	-	Sin registro
23000	23-oct		Chequeo de Rodado	\$	-	Sin registro
-	30-oct		Contrato Terminado	\$	-	Sin registro
-	15-nov		Contrato Terminado	\$	-	-
-	30-nov		Contrato Terminado	\$	-	-
-	20-dic		Contrato Terminado	\$	-	-
-	01-ene		Contrato Terminado	\$	-	-
Total (USD)				\$	9.981	

Fuente: Elaboración propia para detallar la cantidad de herramientas, materiales y personal necesario.

La baja frecuencia de chequeos y pautas de rodado anteriormente mostradas también ocurre con recurrencia con los demás 22 equipos comprometidos en el contrato, según el compilado de datos del año 2023 de la sucursal de CVU Calama, por lo tanto, de forma genérica para estos 23 equipos la situación se considera de forma similar con las mismas condiciones de trabajo, de tal manera que cada uno de ellos representa un costo anual de mantenimiento de \$9.981 dólares por vehículo y costo total por la flota completa de \$229.557 dólares.

Tabla 3-3 Resumen de costos anualizados de chequeos y pautas de mantenimiento de rodado sin RCM en flota UNVI utilizado en “PMCHS”.

Costos anualizados flota MINIBUS UNVI VARIO 818D sin RCM	
Costo de chequeos y pautas de rodado por vehículo (\$US)	\$ 9.981
Costo de chequeos y pautas de rodado por 23 vehículos (\$US)	\$ 229.557

Fuente: Costos de órdenes de trabajo anualizadas de chequeos y pautas de rodado flota UNVI.

Los costos de reparaciones correctivas del sistema de rodado y el de frenos incurridos por la empresa para este vehículo fueron las siguientes:

Tabla 3-4 Gastos generados por Mantenimiento Correctivo realizado en vehículo UNVI N° 859

Código	Nombre del repuesto	Costo por pieza	Cantidad	Total
Reacondicionado	TREN TRASERO REACONDICIONADO	0	1	\$ -
MRH0900200	AMORTIGUADOR TRASERO B47625E / COFAP / VARIO 818/ 6883267000	\$ 23.209	2	\$ 46.418
MRH0900350	PULMON SUSPENSION TRASERO K380-420/2002626	\$ 325.852	1	\$ 325.852
MRH1000299	CALIPER TRASERO DERECHO(PINZA PORTAPASTILLAS) / MERITOR / VARIO 818/ A6704200383	\$ 850.086	1	\$ 850.086
MRH1000300	CALIPER TRASERO IZQUIERDO(PINZA PORTAPASTILLAS) / MERITOR / VARIO 818/ A6704200283	\$ 850.045	1	\$ 850.045
MRH0800740	CARDAN DE TRANSMISION (ARBOL) MERCEDES BENZ VARIO818 A9814100202	\$ 1.390.532	1	\$ 1.390.532
MRH0700056	SOPORTE DE BARRA ESTABILIZADORA TRASERA(BUJE) / REI / VARIO 818/A3013260081	\$ 9.815	1	\$ 9.815
MRH1000130	DISCO DE FRENO TRASERO	\$ 125.277	2	\$ 250.554
MRH1000382	DISCO DE FRENO DELANTERO	\$ 54.909	2	\$ 109.818
MRH1000286	JGO.PASTILLAS PD/104 / FRASLE / VARIO818-UNVI PD104	\$ 29.307	1	\$ 29.307
MRH1100096	RODAMIENTO RUEDA TRASERO 4X4 L0916/VARIO818 35-479	\$ 223.356	2	\$ 446.712
Total en CLP				\$ 4.309.139
Total en \$US				\$ 4.925

Fuente: Elaboración propia a partir de OT 103903 de vehículo n° 859.

El gasto total generado por efectos de mantenimiento correctivo del vehículo n°859 es de \$4.924,39 dólares o \$4.309.139 en pesos chilenos, el cual se pudo haber prevenido generando pautas de mantenimiento preventivas asociadas a la condición del tren trasero.

Con el antecedente anterior, queda claro que no se tomaron medidas preventivas para actuar ante la posible falla de un corte en los palieres, poniendo en riesgo a la seguridad de los pasajeros, debiendo ser abordado de forma prioritaria y generar mitigaciones de inmediato, causando altos costes de recuperación del activo.

Debido a las falencias que fueron arrastrando varias fallas seguidas, la empresa contratista que mantenía contrato con buses CVU determinó culminar el contrato por las malas condiciones de los equipos, dejando como evidencia que las intervenciones no fueron suficiente para mantener los vehículos operativos, esto produjo insatisfacción al cliente tras incumplir con lo propuesto en el contrato.

3.3. DESGLOSE DE ACTIVIDADES Y DETALLES A PARTIR DEL ARBOL DE DESICIÓN DEL RCM

A continuación, se presentan el detalle de las actividades, el tiempo de ejecución, el personal necesario y el costo total para poder ejecutarlas. Los modos de falla se identifican según el código propuesto en el RCM anterior.

3.3.1. Detalle general de actividades en el sistema de frenos

La siguiente tabla demuestra las actividades, frecuencia de aplicación y tiempo de ejecución por cada tarea resultante del RCM basado en el árbol de decisión del sistema de frenos analizado. Donde el modo de falla 3-A-2 de mayor criticidad (Discos de frenos desgastados), según el análisis RPN resulta una combinación de tareas.

Tabla 3-5 Tareas propuestas basado en árbol de decisión para el Sistema de frenos.

Sistema: Vehículo Mercedes Benz Vario 818D		Realizado por:	Fecha:	Hoja: 1	
		Sr. Pablo Ovando P.	dic-23		
Subsistema: Sistema de Frenos					
Identificación	Tarea resultante	Tareas propuestas	Frecuencia de aplicación	Tiempo ejecución	A realizar por
3-A-1	Tarea a condición	1. Chequeo y limpieza alrededor de las pastillas y componentes del sistema de frenos.	1. Cada 2 semanas	1. 1 hora	1. 1 Mecánico
3-A-2	Combinación de tareas	1. Realizar mediciones de alabeo, si la desviación se escapa de rango, evaluar rectificado de discos y cambio de pastillas de freno y/o cambio de rodamientos. 2. Limpieza e inspección visual del estado de la superficie y espesor límite de discos de freno.	1. Cada 2 meses 2. Cada 2 Semanas	1. 2 horas 2. 1 hora	1. 2 Mecánicos 2. 1 Mecánico
3-A-3		Tarea a condición	1. Realizar limpieza en el sistema de freno para facilitar las inspecciones visuales en busca de signos de fugas, incluyendo conexiones, mangueras y cilindros maestros. (manchas, gotas o acumulación de líquido en estas áreas). Reemplazar juntas o sellos deteriorados.	1. Cada 3 semanas	1. 2 horas
3-A-4	Tarea a condición	1. Limpiar los calipers y otras áreas del sistema de frenos para eliminar acumulación de suciedad que bloqueen su funcionamiento. 2. Verificar muestra de fluido de freno para análisis visual de partículas. 3. Inspeccionar mangueras y conductos que estén en buen estado y no obstruidos.	1. Cada 2 semanas 2. Cada 3 meses 3. Mensual	1. 1 hora 2. 1 hora 3. 1 hora	1. 1 Mecánico 2. 1 Mecánico 3. 1 Mecánico
3-A-5	RD	1. Rediseño en etiquetar antes el fluido de frenos, que sea el apropiado antes de rellenar el contenedor del vehículo en cada mantenimiento programado.			1. Mecánico
4-B-1	Tarea a condición	1. Limpieza, asegurándose de quitar suciedad, barro o cualquier otro material que pueda obstruir su funcionamiento 2. Comprobar estado de conectores, enchufes y cableado en búsqueda de daños.	1. Cada 3 semanas 2. Cada 3 semanas	1. 1 hora 2. 1 hora	1. 1 Mecánico 2. 1 Mecánico
4-B-2	NM	Ningún mantenimiento proactivo			Mecánico
4-B-3	NM	Ningún mantenimiento proactivo			Mecánico
4-C-1	Tarea a condición	1. Verificar periódicamente el líquido y su nivel, si se observa suciedad, partículas extrañas o cambio de color, realizar purga o cambio del fluido según fabricante. 2. Verificar conexiones, tuberías del embrague y de la bomba de embrague para detectar signos de desgaste, fugas o acumulación de suciedad.	1. Cada 3 meses 2. Mensual	1. 1 hora 2. 1 hora	1. 1 Mecánico 2. 1 Mecánico
4-C-2	BF	1. Inspeccionar líneas de presión, realizar limpieza en extensión de cañerías en búsqueda de fugas en el sistema con pruebas de presión.	1. Mensual	1. 1 hora	1. 2 Mecánicos
4-C-3	RD	1. Rediseño en etiquetar antes el fluido de frenos, que sea el apropiado antes de rellenar el contenedor del vehículo en cada mantenimiento programado.			1. 1 Mecánico

Fuente: Elaboración propia para cuantificar tareas basadas en árbol de decisión.

3.3.1.1.Combinación de tareas: Planilla estandarizada para mantenimiento preventivo a discos de frenos

Esta planilla es útil para mantener inspecciones periódicas y mantener un control rutinario al sistema de rodado para los 23 equipos comprometidos en la flota UNVI, específicamente al modo de falla corte de palieres traseros y delanteros.

Se compone por 2 actividades las cuales tienen distintas frecuencias de aplicación con su respectivo procedimiento de trabajo y un recuadro para anotar distintos comentarios y notas respecto a los hallazgos de la intervención realizada.

Tabla 3-6 Planilla estandarizada con procedimiento de trabajo para mantenimiento preventivo a discos de freno delanteros y traseros.

Mantenimiento Preventivo a Discos de Frenos						
Modo de falla	Discos de freno desgastados.			Aplica a flota UNVI	659, 660, 665, 667, 669, 670, 681, 704, 706, 719, 722, 725, 727, 739, 740, 742, 743, 766, 831, 832, 833, 856, 859.	
Código	3-A-2					
Fecha				Hora inicio/término		
Duración Insp.	1 hora					
Duración Medición de Alabeo	2 horas	¿Requiere?		Responsable		
Equipo		km		Personas	1 -- 2	OT asociada
Objetivo						
Registrar de manera detallada el estado de desgaste de cada disco, con la finalidad de garantizar la seguridad y el rendimiento del sistema de frenos y tomar desiciones informadas sobre el momento adecuado para su recambio o rectificado con el fin de minimizar los riesgos de falla.						
Advertencias de seguridad						
Realizar ART identificando los riesgos y sus controles			Cumplir con procedimiento de trabajo			
Utilizar EPP adecuados para el trabajo			Bloqueo de equipo			
Delimitar area de trabajo						
Frecuencia						
Inspección Visual			Cada 2 semanas			
Mediciones de Alabeo			Cada 2 meses			
Herramientas y EPP necesarios						
Comparador de carátula	Gafas o antiparras					
Llave de ruedas	Guantes de trabajo					
Llave de torque						
Wipes o trapos						
Linterna						
Procedimiento de Inspección visual						
1. Delimitar la zona de trabajo con conos de seguridad 2. Desmontar las ruedas para acceder a los discos de freno 3. Inspeccionar visualmente la superficie de los discos en busca de desgaste excesivo, grietas o irregularidades. 4. Verificar si el espesor del disco se encuentra dentro del marcaje límite aceptable que trae de fábrica 5. Limpiar los discos de freno con un paño limpio y, si es necesario, utilizar u limpiador específico para eliminar suciedad o residuos. 6. Registrar el estado visual de los discos, el espesor y cualquier observacion relevante.			Comentarios			
Procedimiento de Mediciones de alabeo						
1. Delimitar la zona de trabajo con conos de seguridad 2. Realizar soltura inicial de pernos de rueda, para luego utilizar gata hidráulica para sostener el vehículo en el aire. luego utilizar la llave de ruedas para desmontar por completo la rueda y acceder al sistema de frenos. 3. Retirar el caliper de freno. 4. Retirar el disco de freno. 5. Lijar con lija fina el cubo de la rueda para evitar cualquier impureza que comprometa la medición. 6. Usar el comparador de carátula para medir el alabeo del cubo de la rueda. La oscilación máxima del cubo de la rueda debe ser de 0,05 mm. Si existe más desviación es necesario evaluar el recambio de rodamientos 7. Instalar disco de freno, utilizando llave de torque, para luego realizar la medición de alabeo. Usar el comparador de carátula para medir el alabeo de los discos de freno. La oscilación máxima permitida de los discos debe ser de 0,07 mm. Si existe más desviación es necesario evaluar el rectificado del disco y cambio de las pastillas de frenos. 8. Registrar los resultados de las mediciones y cualquier acción realizada en comentarios de la planilla. 9. Una vez finalizada las mediciones, determinar con jefe de taller si requiere rectificado de disco o bien el recambio de un disco de freno nuevo en el caso que el disco esté demasiado desgastado. 10. Tomada la desición de rectificado o cambio del disco de freno, volver a instalar componentes como caliper y pernería torquéeada con llave de par.			Comentarios			

Fuente: Elaboración propia de procedimiento de trabajo para Discos de frenos desgastados.

3.3.1.2.Combinación de tareas: Costos incurridos por mano de obra y herramientas para intervenir discos de freno

Las herramientas utilizadas para intervenir los palieres traseros y delanteros se detallan a continuación con su respectivo costo y actividad de uso exclusivo para planilla trabajo código 3-A-2.

El costo total del año 0 de las herramientas necesarias para llevar a cabo la actividad 3-A-2 es de \$883 dólares. Cabe destacar que estas serán compradas una sola vez y si bien algunas herramientas se repiten en algunas actividades, la compra solamente considera la adquisición de una sola unidad.

Tabla 3-7 Herramientas y repuestos necesarios para abordar modo de fallo crítico 3-A-2.

Discos de frenos desgastados. Actividad código 3-A-2				
Herramientas / Repuestos	Inspección Visual	Medición de Alabeo	Instalación de discos nuevos y rectificandos	Costo (\$USD)
Gata hidráulica	X	X		\$ 75
Caballote	X	X		\$ 50
Linterna	X	X		\$ 20
Martillo goma	X	X		\$ 20
Llave torque		X		\$ 20
Juego llaves punta corona	X	X		\$ 20
Comparador de carátula		X		\$ 15
Pie de metro	X			\$ 30
2 Discos de freno delanteros MRH1000382			X	\$ 126
2 Discos de freno traseros MRH1000361			X	\$ 147
Rectificado de 4 discos (c/6 meses)			X	\$ 360
Costo de herramientas necesarias para el plan código 3-A-2 en el año 0				\$ 883

Fuente: Elaboración propia de herramientas y repuestos necesarios a partir de procedimiento de trabajo para discos de freno

El primer mes evaluado se consideran implementos y herramientas para realizar la inspección visual y medición de alabeo en los discos de frenos delanteros y traseros.

Cabe destacar que el primer mes del año (enero), se considera instalar los 4 discos de freno nuevos para dar comienzo con el plan y generar actividades rutinarias en base este repuesto en calidad de nuevo. La instalación de estos 4 discos de freno tiene un total de 3 horas hombre.

Se consideran herramientas como gata hidráulica, linterna, soportes y/o caballetes para la segunda cuadrilla encargada de realizar esta pauta con la finalidad de no mezclar con los equipos del código anterior analizado 1-A-1.

Tanto para la actividad de inspección visual como la medición de alabeo se consideran las mismas herramientas que darán paso a ejecutar estas tareas del plan propuesto y se compra una sola vez en el mes de enero, para luego continuar utilizándolo en los meses posteriores sin volver a incurrir en gasto de adquirir nuevamente estas herramientas.

Tabla 3-8 Costos en realizar mantenimiento en los meses de febrero hasta diciembre, considerando solo consumibles para palieres traseros y delanteros.

Código	Discos de freno desgastados	Costo materiales (SUS)	Horas Hombre (HH)	Costo Mano de obra (SUS)	Frecuencia	Intervenciones	Costos asociados (SUS)
3-A-2	Inspección Visual	\$ 10	0,5	\$ 1,47	Cada 2 semanas	26	\$ 298,33
	Guantes	\$ 10					
	Trapo de limpieza	\$ 10					
	Medición de Alabeo	\$ 20	2	\$ 5,90	Cada 2 meses	6	\$ 155,38
	Trapo de limpieza	\$ 10					
	Guantes	\$ 10					
	Rectificado de 4 discos de freno en junio y diciembre	\$ -	Servicio externalizado	Servicio externalizado	Cada 6 meses	2	Considerado en litas/repuestos
	Mano de obra instalación de discos de frenos nuevos		3	\$ 8,84	Cada 1 año	1	\$ 8,84
	Valor Mecánico hora (SUS)	\$ 2,95	Costos de intervención e insumos del modo de falla código 3-A-2 año 2024 (SUS)				\$ 462,55

Fuente: Elaboración propia para detallar la cantidad de herramientas, materiales y personal necesario.

Cabe destacar que los meses siguientes desde febrero hasta diciembre, se considera solamente consumibles como guantes y trapos de limpieza para continuar con las labores de inspecciones visuales y mediciones alabeo de los discos de freno. Dos veces al año se estima el uso de un servicio externo para el rectificado de estos 4 discos de freno previamente instalados en enero.

Se realiza el cálculo integral de las herramientas y horas hombre incurridos en generar el mantenimiento preventivo a cada vehículo de la flota UNVI.

Tabla 3-9 Detalle de costos anualizados de insumos y mano de obra anualizada para abordar modo de fallo 3-A-2

Código	Discos de freno desgastados	Costo materiales (SUS)	Horas Hombre (HH)	Costo instalación o Mano de obra (SUS)	Frecuencia	Intervenciones	Costos (SUS)
3-A-2	Inspección Visual	\$ 10	0,5	\$ 1,47	Cada 2 semanas	26	\$ 298,33
	Guantes	\$ 10					
	Trapo de limpieza	\$ 10					
	Medición de Alabeo	\$ 20	2	\$ 5,90	Cada 2 meses	6	\$ 155,38
	Trapo de limpieza	\$ 10					
	Guantes	\$ 10					
	Instalación de 4 discos de frenos rectificados	\$ -	3	\$ 8,84	Cada 6 meses	2	\$ 17,69
	Instalación de 4 discos de frenos nuevos		3	\$ 8,84	Cada 1 año	1	\$ 8,84
	Valor Mecánico hora (SUS)	\$ 2,95	Costos de mano de obra insumos del modo de falla código 3-A-2 año				
							\$ 480,24

Fuente: Elaboración propia para para abordar modo de falla 3-A-2

Se realiza el cálculo integral de las herramientas, repuestos, intervenciones, insumos y horas hombre incurridos en generar el mantenimiento preventivo a cada vehículo de la flota UNVI para el año 2024.

Tabla 3-10 Costos anualizados para abordar modo de falla 3-A-2 año 2024

Referencia	Costo (\$US)
Costo de herramientas necesarias para el modo de falla código 3-A-2 en el año 0	\$ 883
Costos de mano de obra e insumos del modo de falla código 3-A-2 año 2024 (\$US)	\$ 480,24
Costo total de modo de falla 3-A-2 año 2024	\$ 1.363,00

Fuente: Elaboración propia para abordar modo de falla 3-A-2

3.3.2. Detalle general de actividades en el sistema de rodado

La siguiente tabla demuestra las actividades, frecuencia de aplicación y tiempo de ejecución por cada tarea resultante del RCM basado en el árbol de decisión del sistema de rodado analizado. Donde el modo de falla de mayor criticidad código 1-A-1

(Corte de palieres traseros y delanteros), según el análisis RPN resulta una tarea a condición.

Tabla 3-11 Tareas propuestas basado en árbol de decisión para el Sistema de frenos.

Sistema: Vehículo Mercedes Benz Vario 818D			Realizado por: Sr. Pablo Ovando P.	Fecha: dic-23	Hoja: 1		
Subsistema: Sistema de Rodado							
Identificación	Tarea resultante	Tareas propuestas	Frecuencia de aplicación	Tiempo ejecución	A realizar por		
1-A-1	Tarea a condición	1. Inspección visual: Realizar visuales periódicas de los palieres para detectar signos tempranos de desgaste o daños en los estados. Buscar grietas, desgaste desigual o cualquier deformación del estriado. 2. Revisar estado de amortiguadores, resortes y otros componentes de la suspensión, ayuda a mantener la carga distribuida uniformemente. 3. Revisión de Alineación y balanceo de ruedas: Realizar ajustes periódicos para mantener alineación y balanceo para no generar presiones adicionales sobre palieres. 4. Revisión de lubricación: Generar lubricación de los puntos claves del palier para evitar fricciones y desgastes.	1. Cada 3 semanas 2. Cada 3 semanas 3. Cada 3 semanas 4. Cada 3 meses	1. 30 minutos. 2. 30 minutos. 3. 2 horas. 4. 2 horas.	1. 1 Mecánico 2. 1 Mecánico 3. 1 Mecánico 4. 1 Mecánico		
1-A-2	Ningún Mantenimiento	Ningún mantenimiento proactivo		Lo que dure la acción correctiva.	Mecánico		
1-B-1	Tarea a condición	1. Revisar visualmente los diferenciales en busca de fugas de aceite, grietas, daños en las juntas o cualquier otro signo de desgaste o deterioro. 2. Verificar estado de aceite en búsqueda de particulado presente, si es necesario cambiar aceite siguiendo las recomendaciones del fabricante. 3. Revisar y reemplazar las juntas defectuosas. estas pueden desgastarse con el tiempo, lo que puede provocar fugas de aceite. 4. Inspección de los engranajes y los componentes internos para detectar desgaste anormal o daños que puedan requerir reparación o reemplazo, considerar el juego de los engranajes y respriete de pernos y sujeciones.	1. Cada 2 semanas 2. Cada 4 semanas 3. Cada 4 semanas 4. Cada 4 semanas	1. 30 minutos. 2. 1 hora. 3. 1 hora. 4. 1 hora.	1. 1 Mecánico 2. 1 Mecánico 3. 1 Mecánico 4. 1 Mecánico		
1-B-2	Reacondicionamiento Cíclico	1. Verificar ajuste del recorrido del pedal de embrague. 2. Evaluar reemplazo de disco de embrague. 3. Evaluar reemplazo de plato de presión. 4. Evaluar reemplazo de rodamiento de empuje.	1. Cada 12 semanas 2. Cada 12 semanas 3. Cada 12 semanas 4. Cada 12 semanas	1. 30 minutos. 2. 1 hora. 3. 1 hora. 4. 1 hora.	1. 1 Mecánico 2. 2 Mecánico 3. 2 Mecánico 4. 2 Mecánico		
2-A-1	Tarea a condición	1. Inspección visual: Realizar visuales periódicas de los palieres para detectar signos tempranos de desgaste o daños en los estados. Buscar grietas, desgaste desigual o cualquier deformación del estriado. 2. Revisar estado de amortiguadores, resortes y otros componentes de la suspensión, ayuda a mantener la carga distribuida uniformemente. 3. Revisión de Alineación y balanceo de ruedas: Realizar ajustes periódicos para mantener alineación y balanceo para no generar presiones adicionales sobre palieres. 4. Revisión de lubricación: Generar lubricación de los puntos claves del palier para evitar fricciones y desgastes.	1. Cada 3 semanas 2. Cada 3 semanas 3. Cada 3 semanas 4. Cada 3 meses	1. 30 minutos. 2. 1 hora. 3. 2 hora. 4. 1 hora.	1. 1 Mecánico 2. 2 Mecánico 3. 2 Mecánico 4. 1 Mecánico		
2-B-1	Re-diseño	1. Rediseño. Evaluar cambio de vehículo por nuevo modelo Mercedes Benz 2024.	En base a estudio	En base a estudio	1. Mantenimiento		
2-B-2	Tarea a condición	1. Revisar que los 6 pernos se encuentren dispuestos en la rueda. 2. Generar pauta de torque de ruedas.	1. Cada 2 dias 2. Semanal	1. 10 minutos 2. 1 hora	1. 1 Mecánico o chofer 2. 1 Mecánico		
2-B-3	Tarea a condición	1. Realizar mediciones de presión de neumático antes de los viajes	1. Diario	1. 30 minutos	1. Mecánico o chofer		
2-C-1	Tarea a condición	1. Generar limpieza sobre la zona de la homocinética para evitar acumulación de barro y contaminantes que aceleren su desgaste, considerar uso de cubiertas o protectores resistentes para proteger el área. 2. Una vez limpia la zona, aplicar lubricar o engrasar puntos claves de la homocinética. 3. Verificar respuesta de rebote en Amortiguadores, que sea controlado y parejo sin rebotes continuos y fugas de aceite, patrones de desgaste, deformaciones, etc.	1. Semanal 2. Cada 3 semanas 3. Mensual	1.1 hora. 2. 1 hora. 3. 30 minutos.	1. 1 Mecánico 2. 1 Mecánico 3. 1 Mecánico		

Fuente: Elaboración propia para cuantificar tareas basadas en árbol de decisión.

3.3.2.1.Tarea a condición: Planilla estandarizada para mantenimiento preventivo a palieres traseros y delanteros

Esta planilla es útil para mantener inspecciones periódicas y mantener un control rutinario al sistema de rodado para los 23 equipos comprometidos en la flota UNVI, específicamente al modo de falla corte de palieres traseros y delanteros.

Se compone por 4 actividades las cuales tienen distintas frecuencias de aplicación con su respectivo procedimiento de trabajo y un recuadro para anotar distintos comentarios y notas respecto a los hallazgos de la intervención realizada.

Tabla 3-12 Planilla estandarizada con procedimiento de trabajo para mantenimiento preventivo de palieres traseros y delanteros.

Mantenimiento Preventivo a Palieres traseros y delanteros							
Modo de falla	Corte de palieres traseros y/o delanteros			Aplica a flota UNVI	659, 660, 665, 667, 669, 670, 681, 704, 706, 719, 722, 725, 727, 739, 740, 742, 743, 766, 831, 832, 833, 856, 859.		
Código	1-A-1						
Fecha							
Duración Insp.	3 horas			Hora inicio/término			
Duración alineamiento/balanceo	2 horas	¿Requiere?		Responsable			
Equipo		km		Personas	1	OT asociada	
Objetivo							
Inspeccionar regularmente el estado de los palieres de los ejes motrices, identificando posibles señales de desgaste, deterioro o falta de lubricación, evitando cortes repentinos y fallos que comprometan la seguridad y operatividad del vehículo.							
Advertencias de seguridad							
Realizar ART identificando los riesgos y sus controles				Cumplir con procedimiento de trabajo			
Utilizar EPP adecuados para el trabajo				Bloqueo de equipo			
Delimitar area de trabajo							
Actividades		Frecuencia		Cantidad de Mantenimientos 2024			
Inspección visual.		Cada 3 semanas		17			
Revisión del estado de amortiguadores, resortes y componentes de la suspensión.		Cada 3 semanas		17			
Lubricación de puntos clave.		Cada 3 semanas		17			
Alineación y Balanceo de ruedas.		Cada 3 meses		4			
Herramientas y EPP necesarios							
Gata hidráulico	Soporte de seguridad para sostener vehículo			Guantes de trabajo			
Lubricante multiuso	Pistola aplicadora de grasa			Gafas o antiparras			
Llave de ruedas	Wipes o trapos			Guantes de trabajo			
Llave de torque	Contrapesos para ruedas						
Linterna	Cinta métrica						
Procedimiento de Inspección visual							
1. Levantar vehículo de forma segura con una gata hidráulica y situar los soportes de seguridad para sostener el vehículo. 2. Observar si existen grietas, roturas, dobleces o señales de corrosión en los palieres. También revisar los fuelles o guardapolvos de goma que cubren las juntas de los palieres, verificar si existen roturas, grietas o fugas de grasa en estas áreas. 3. Girar las ruedas de forma manual y observar si hay algún ruido anormal, crujidos o sensación de juego excesivo, holguras en los palieres 4. Verificar la firmeza de los pernos y tuercas que sujetan los pelieres a los componentes del tren, puede comprobarse realizando golpes suaves en los palieres con un martillo de goma para detectar ruidos anormales que podrían indicar daños.				Comentarios			
Procedimiento de Revisión de amortiguadores, resortes y componentes de suspensión.							
1. Elevar vehículo y revisar visualmente los amortiguadores en búsqueda de fugas de aceite, daños en las cubiertas y monturas sueltas. 2. Verificar resortes buscando fracturas, deformaciones o signos de corrosión 3. Inspeccionar bujes, brazo de suspensión y componentes de dirección en busca de desgaste o daños. 4. Realizar pruebas de rebote, presionando y liberando repetidamente cada esquina del vehículo para evaluar la respuesta del amortiguador. Debe absorber los rebotes sin oscilaciones excesivas. 5. Medir la altura desde el suelo hasta el borde superior de cada rueda para asegurarte de que sea uniforme en ambos lados del vehículo.				Comentarios			
Procedimiento de Lubricación							
1. Elevar vehículo y colocar soportes de seguridad debajo del chasis para sostener el vehículo. 2. Utilizar un trapo para limpiar cualquier suciedad, grasa vieja o residuos alrededor de los puntos de acceso a los palieres. 3. Con la pistola aplicadora de grasa, introducir cuidadosamente la boquilla de la pistola en los puntos de lubricación de los palieres. 4. Aplicar grasa a los rodamientos del palier, siguiendo la recomendación del fabricante. Se requiere una cantidad específica por cada palier. 5. Retirar los soportes de seguridad y bajar el minibus lentamente con la gata hidráulica.				Comentarios			
Procedimiento de Alineamiento y balanceo							
1. Verificar el estado de las llantas en busca de desgaste irregular, daños o protuberancias. 2. Revisar la presión de los neumáticos, y ajustar según las especificaciones del neumático. 3. Para alineación, ubicar los cabezales en las ruedas delanteras y traseras. Ajustar la alineación, considerando la convergencia y divergencia, el ángulo de inclinación y ángulo de avance. 4. Para el balanceo, colocar los contrapesos en las llantas según lo que indique la balanceadora para lograr un equilibrio adecuado y corregir los desequilibrios de las ruedas. 5. Inspeccionar visualmente qu ellos contrapesos estén firmemente adheridos a las llantas y no presenten riesgo de desprendimiento. 6. Medir la presión de las llantas nuevamente y ajustar si es necesario.				Comentarios			

Fuente: Elaboración propia de procedimiento de trabajo para Palieres traseros y delanteros.

3.3.2.2.Tarea a condición: Costos incurridos por mano de obra y herramientas para intervenir palieres traseros y delanteros

Las herramientas utilizadas para intervenir los palieres traseros y delanteros se detallan a continuación con su respectivo costo y actividad de uso exclusivo para planilla trabajo código 1-A-1.

El costo total del año 0 de las herramientas necesarias para llevar a cabo la actividad 1-A-1 es de \$295 dólares. Cabe destacar que estas serán compradas una sola vez.

Tabla 3-13 Herramientas e insumos año 0 necesarios para mantenimientos a palieres traseros y delanteros.

Corte de palieres traseros y delanteros. Actividad código 1-A-1					
Herramienta	Inspección Visual	Revisión amortiguadores, resortes y comp. Suspensión	Revisión de lubricación	Alineamiento y balanceo	Costo (\$US)
Gata hidráulica	X		X		\$ 75
Caballote	X	X	X		\$ 50
Linterna	X	X			\$ 20
Cinta métrica		X		X	\$ 10
Martillo goma	X	X			\$ 20
Llave torque	X				\$ 20
Juego llaves punta corona	X				\$ 20
Medidor de presión				X	\$ 15
Inclinómetro (goniómetro)				X	\$ 30
Pistola aplicadora de grasa			X		\$ 35
Costo total de herramientas necesarias para el plan código 1-A-1 en el año 0 (\$US)					\$ 295

Fuente: Elaboración propia de herramientas necesarias a partir de procedimiento de trabajo para Palieres traseros y delanteros.

Luego, para los siguientes meses las herramientas se continuarán utilizando sin volver a incurrir en tener que comprarlas nuevamente, si no que solamente se generarán costos de insumos o consumibles para la intervención como guantes, trapos, contrapesos para balanceo, etc.

Tabla 3-14 Detalle de costos anualizados de insumos y mano de obra para abordar modo de fallo 1-A-1.

Código	Corte de palieres traseros y/o delanteros	Costo materiales (\$US)	Horas Hombre (HH)	Costo Mano de obra (\$US)	Frecuencia	Intervenciones	Costos (\$US)
1-A-1	Inspección Visual	\$ 10	0,5	\$ 1,47	Cada 3 semanas	17	\$ 195,06
	Guantes	\$ 10					
	Revisión amortiguadores, resortes y componentes de suspensión	\$ -	0,5	\$ 1,47	Cada 3 semanas	17	\$ 25,06
	Revisión de lubricación	\$ 20					
	Trapo de limpieza	\$ 10	2	\$ 5,90	Cada 3 semanas	17	\$ 440,24
	Cartucho grasa para rodamientos	\$ 10					
	Alineamiento y balanceo	\$ 55	2	\$ 5,90	Cada 3 meses	4	\$ 243,59
	Alineación y balanceo	\$ 50					
	Contrapesos para balanceo	\$ 5					
	Valor Mecánico hora (\$US)	\$ 2,95	Costos de mano de obra insumos del modo de falla código 1-A-1 año 2024 (\$US)				

Fuente: Elaboración propia para detallar la cantidad de herramientas, materiales y personal necesario para abordar modo de falla 1-A-1

Se realiza el cálculo integral de las herramientas, repuestos, intervenciones, insumos y horas hombre incurridos en generar el mantenimiento preventivo a cada vehículo de la flota UNVI para el año 2024.

Tabla 3-15 Costos totales para abordar modo de falla 1-A-1 año 2024

Referencia	Costo (\$US)
Costo de herramientas necesarias para el plan código 1-A-1 en el año 0	\$ 295
Costos de mano de obra e insumos del plan código 1-A-1 año 2024 (\$US)	\$ 903,95
Costo total de modo de falla 1-A-1 año 2024	\$ 1.198,95

Fuente: Elaboración propia para detallar costos totales de propuesta de abordar modo de falla 1-A-1

3.3.2.3.Rediseño: Viabilidad de adquirir vehículo de transporte de pasajeros más moderno

Debido a la alta concurrencia de fallos de los rodamientos de masas y discos de freno en el modelo de Mercedes Benz Unvi Vario 818D, los cuales afectan significativamente el funcionamiento de los vehículos, la operatividad y la seguridad, se realizan las consultas a Kauffman de algún posible rediseño que se pueda realizar en estos componentes para maximizar la vida útil; Y se afirma por parte de la concesionaria que las masas no son un componente que se puedan sellar como tal por el tipo de funcionamiento que tiene y es importante entender que los ejes motrices no están hechos para circular por debajo del agua.

Este problema es común entre los clientes de Kauffman que utilizan este modelo para operaciones mineras de otras partes del país.

Ante esta situación, Kauffman propone un nuevo modelo para sustituir el uso de la línea Unvi, con la misma cualidad de porte compacto para interior mina, donde muestra una gran mejora y el principal punto positivo es respecto al rediseño de chasis, el cual posee un mayor despeje desde el suelo, mucho más robusto y por ende, va a generar que los ciclos de fallas se extiendan más; dependiendo por supuesto de las condiciones del túnel subterráneo

La propuesta de adquirir el NEW BUS Mercedes-Benz Atego OPTIMUSS 927 AF 4x4 con un valor de \$190.000 dólares más IVA, que ofrece soluciones tecnológicas y estructurales que podrían mitigar los problemas acontecidos con la versión UNVI.

Con una capacidad de 28 pasajeros más el chofer, este vehículo está diseñado sobre el chasis Atego 927 AF 4x4 euro VI de origen alemán, con especificaciones técnicas y componentes que ofrecen ventajas significativas en entornos extremos. Las características más notables en esta versión son:

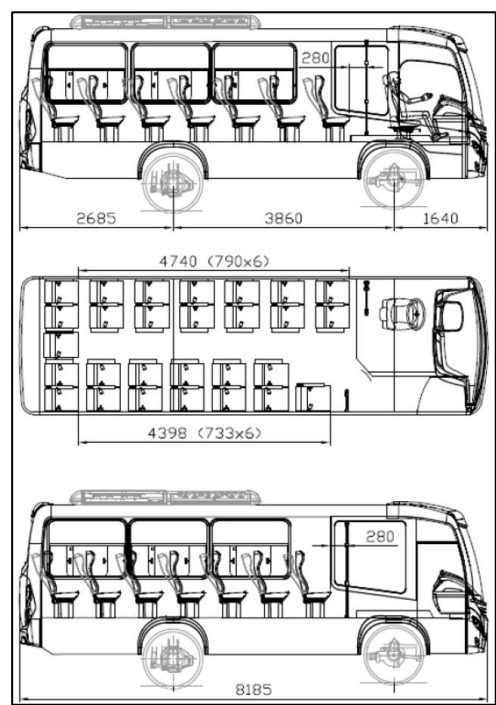
- Chasis robusto: Diseñado principalmente para vehículos de emergencia como carros bomba, ofreciendo resistencia y durabilidad excepcional.
- Altura del chasis: La elevación que presenta el chasis respecto al suelo minimiza la exposición a sustancias nocivas presentes en el contexto minero
- Motor potente: Motor OM936 de 272 CV y 1100 Nm, ideal para terrenos complejos y exigentes
- Sistema de frenado avanzado: Incluye freno de motor tipo Jacobs de alta eficiencia y freno ABS para una mayor seguridad.

Figura 3-2 Minibus propuesto como solución al rediseño modelo OPTIMUSS ATEGO BUSSTAR 2024



Fuente: Contacto con Gerente Kauffman Zona Norte Grande.

Figura 3-3 Dimensionamiento de carrocería de minibus propuesto como solución al rediseño.



Fuente: Contacto con Gerente Kauffman Zona Norte Grande.

3.4. **PROGRAMA DEL MODELO RCM PROPUESTO A FLOTA DE MINIBUSES BASADO EN RCM**

A continuación, se detalla el programa de mantenimiento centrado en confiabilidad aplicado a la flota de minibuses.

Dentro de los meses del año 2024 se introducen nuevas intervenciones adosadas a las pautas de rodado y a los chequeos de rodado que usualmente se abordaban de forma normal. Estas nuevas actividades están basadas en el análisis RCM estudiado y sus fechas de intervención son relativas, pueden tener un cierto desfase debido a que el vehículo pueda ser reemplazado por efectos operacionales o por mantenimiento. Es importante señalar también que si bien se toma el vehículo N°743 como referencia, se sugiere que los demás equipos tengan que ser intervenidos dentro de un rango no mayor a dos semanas con la finalidad de cumplir con el plan de mantenimiento propuesto dentro del año 2024. El detalle de repuestos que comprometen las pautas de rodado se encuentra en el apartado de anexos sección V.

Tabla 3-16 Programa del modelo RCM propuesto para la flota de minibuses

Dólar 30/12/23	\$	875	Vehículo N°743 modelo propuesto año 2024 (con RCM)		
km/manantt.	Días acumulados aprox	Fecha estimada de intervención	Actividad	Costo por intervención	Km real
0	0	01-ene	Pauta Rodado	\$ 11.013,73	106.523
3000	22	15-ene	Chequeo de Rodado	\$ -	109.523
		15-ene	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-
		20-ene	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-
		01-feb	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-
		12-feb	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-
		15-feb	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-
6000	44	15-feb	Chequeo de Rodado	\$ -	112.523
		01-mar	Medición de Alabeo 3-A-2	\$ 25,90	-
		01-mar	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-
9000	66	01-mar	Chequeo de Rodado	\$ -	115.523
		04-mar	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-
		15-mar	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-
10000	73	15-mar	Pauta Rodado	\$ 4.204,44	125.523
		24-mar	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-
		01-abr	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-
		01-abr	Alineación y Balanceo 1-A-1	\$ 60,90	-
12000	88	07-abr	Chequeo de Rodado	\$ -	128.523
		14-abr	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-
		15-abr	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-
15000	109	20-abr	Chequeo de Rodado	\$ -	131.523
		01-may	Medición de Alabeo 3-A-2	\$ 25,90	-
		01-may	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-
		05-may	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-
18000	131	15-may	Chequeo de Rodado	\$ -	134.523
		15-may	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-
		26-may	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-
20000	146	30-may	Pauta Rodado	\$ 1.970,56	144.523
		01-jun	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-
-	-	jun	Inst. discos rect. 3-A-2	\$ 8,85	-
21000	153	10-jun	Chequeo de Rodado	\$ -	147.523
		15-jun	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-
		16-jun	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-
24000	175	30-jun	Chequeo de Rodado	\$ -	150.523
		01-jul	Alineación y Balanceo 1-A-1	\$ 60,90	-
		01-jul	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-
		01-jul	Medición de Alabeo 3-A-2	\$ 25,90	-
		07-jul	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-
27000	197	15-jul	Chequeo de Rodado	\$ -	153.523
		15-jul	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-
		28-jul	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-
		01-ago	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-
30000	219	03-ago	Pauta Rodado	\$ 6.063,92	163.523
		15-ago	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-
		18-ago	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-
		01-sept	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-
		01-sept	Medición de Alabeo 3-A-2	\$ 25,90	-
		08-sept	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-
33000	241	09-sept	Chequeo de Rodado	\$ -	166.523
		15-sept	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-
36000	263	29-sept	Chequeo de Rodado	\$ -	169.523
		29-sept	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-
		01-oct	Alineación y Balanceo 1-A-1	\$ 60,90	-
		01-oct	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-
39000	285	15-oct	Chequeo de Rodado	\$ -	172.523
		15-oct	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-
		20-oct	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-
40000	292	30-oct	Pauta Rodado	\$ 2.481,08	182.523
		01-nov	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-
		01-nov	Medición de Alabeo 3-A-2	\$ 25,90	-
		10-nov	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-
42000	307	15-nov	Chequeo de Rodado	\$ -	185.523
		15-nov	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-
45000	328	30-nov	Chequeo de Rodado	\$ -	188.523
		01-dic	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-
		01-dic	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-
-	-	dic	Inst. discos rect. 3-A-2	\$ 8,85	-
		15-dic	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-
48000	350	20-dic	Chequeo de Rodado	\$ -	191.523
		22-dic	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-
		30-dic	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-
		30-dic	Medición de Alabeo 3-A-2	\$ 25,90	-
		30-dic	Alineación y Balanceo 1-A-1	\$ 60,90	-
50000	365	01-ene	Pauta Rodado	\$ 2.481,08	201.523
Costo Cheques y Pautas de Rodado por vehículo(\$US)				\$	28.214,82
Costo de Actividades RCM por vehículo (\$US)				\$	1.327,27
Total Costo intervención por vehículo (\$US)				\$	29.542,08

Fuente: Elaboración propia para detallar las actividades propuestas basadas en RCM para la flota de minibuses

Tabla 3-17 Costos de intervenciones anualizadas para la flota de Minibus MB Unvi Vario 818D con RCM.

Costos intervenciones anualizadas flota MINIBUS UNVI VARIO 818D con RCM	
Costo de herramientas año 0 (1-A-1)	\$ 295
Costo de herramientas año 0 (3-A-2)	\$ 883
Costo de chequeos, pautas de rodado por vehículo (\$US)	\$ 28.215
Costo de actividades RCM por vehículo (\$US)	\$ 1.327,27
Total de costo de chequeos, pautas de rodado, actividades RCM por 23 vehículos y costos de herramientas año 0 (\$US)	\$ 680.646

Fuente: Elaboración propia para totalizar el costo de las intervenciones propuestas del año 2024 basadas en RCM para la flota de minibuses en estudio.

3.5. COSTOS TOTALES ASOCIADOS A LA PROPUESTA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD

A continuación, se presenta el detalle de costo que se genera sin un plan RCM y el contraste con el modelo RCM propuesto.

3.5.1. Resumen de costos de la flota UNVI sin propuesta RCM año 2023

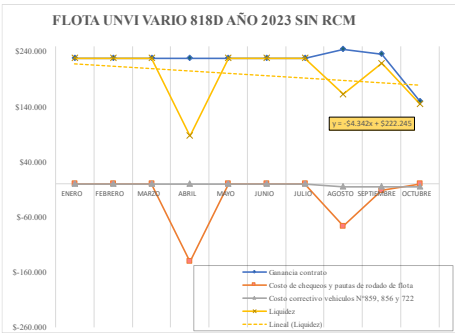
En la siguiente figura se dan a conocer los costos asociados al año 2023 de la flota de Mercedes Benz Unvi Vario 818D por concepto de ganancia que deja el contrato, el costo de los chequeos y pautas de rodado, y el costo correctivo que conllevó a la reparación de los vehículos con eventualidades en los trenes traseros presentadas anteriormente en los meses de agosto, septiembre y octubre. Todos estos costos están segmentados de forma mensual de enero hasta octubre. Se puede visualizar que estos equipos de forma líquida que generó esta flota tuvieron una ganancia de US\$1.983.641 dólares, manteniendo los equipos sin un plan RCM, considerando dos meses noviembre y diciembre sin ingresos por término de contrato.

Tabla 3-18 Detalle general de liquidez que genera el arriendo de flota de minibuses UNVI sin RCM en el año 2023, aplicando descuentos por mantenimientos.

Año 2023 sin RCM				
Meses	Ganancia contrato	Costo de chequeos y pautas de rodado de flota	Costo correctivo vehículos N°859, 856 y 722	Liquidez
Enero	\$ 228.274	\$ -	\$ -	\$ 228.274
Febrero	\$ 228.274	\$ -	\$ -	\$ 228.274
Marzo	\$ 228.274	\$ -	\$ -	\$ 228.274
Abril	\$ 228.274	\$ -141.216	\$ -	\$ 87.059
Mayo	\$ 228.274	\$ -	\$ -	\$ 228.274
Junio	\$ 228.274	\$ -	\$ -	\$ 228.274
Julio	\$ 228.274	\$ -	\$ -	\$ 228.274
Agosto	\$ 244.343	\$ -76.664	\$ -4.925	\$ 162.754
Septiembre	\$ 235.465	\$ -11.677	\$ -4.925	\$ 218.863
Octubre	\$ 150.245	\$ -	\$ -4.925	\$ 145.320
Noviembre	\$ -	\$ -	\$ -	-
Diciembre	\$ -	\$ -	\$ -	-
Anualizado	\$ 2.227.973	\$ -229.557	\$ -14.775	\$ 1.983.641

Fuente: Elaboración propia a partir del estado de pago de buses CVU por concepto de arriendo de vehículos UNVI a empresa contratista en minería del mes de agosto 2023.

Gráfico 3-1 Detalle de liquidez de la flota de minibuses UNVI sin RCM en el año 2023, aplicando descuentos por mantenimiento.



Fuente: Elaboración propia a partir del estado de pago de buses CVU por concepto de arriendo de vehículos UNVI a empresa contratista en minería del mes de agosto 2023.

3.5.2. Resumen de costos de la flota UNVI con propuesta RCM año 2024

Por otro lado, al plan propuesto RCM se le añade un presupuesto de US\$120.000 dólares en virtud de costos correctivos de forma anual, esto para mantener un monto especial en caso de fallas no planificadas que deban atenderse a la brevedad sin necesidad de salirse del plan propuesto. Este presupuesto está pensado para la flota completa, es decir para los 23 vehículos de la flota de minibuses con un alcance de \$US10.000 dólares por mes. Este monto está digido al 100% para atender necesidades correctivas, pero no quita que al final del año pueda producir un ahorro del presupuesto anual, es decir, utilizar menos de los US\$120.000 dólares. Con esta propuesta desde enero hasta diciembre, se

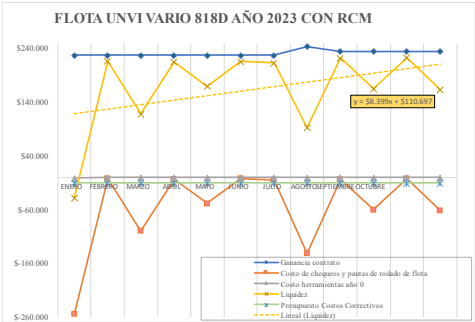
estima una ganancia líquida anual de US\$1.983.477 dólares y por supuesto la continuidad del contrato para buses CVU y para el personal involucrado en las operaciones.

Tabla 3-19 Estimación del detalle general de liquidez de minibuses UNVI con RCM en el año 2024, aplicando descuentos por mantenimiento

Año 2024 con RCM					
Meses	Ganancia contrato	Costo de chequeos y pautas de rodado de flota	Presupuesto Costos Correctivos	Costo herramientas año 0	Liquidez
Enero	\$ 228.274	\$ -254.439	\$ -10.000	\$ -1.178	\$ -37.343
Febrero	\$ 228.274	\$ -1.387	\$ -10.000	\$ -	\$ 216.887
Marzo	\$ 228.274	\$ -99.544	\$ -10.000	\$ -	\$ 118.730
Abril	\$ 228.274	\$ -2.788	\$ -10.000	\$ -	\$ 215.486
Mayo	\$ 228.274	\$ -48.165	\$ -10.000	\$ -	\$ 170.109
Junio	\$ 228.274	\$ -1.591	\$ -10.000	\$ -	\$ 216.684
Julio	\$ 228.274	\$ -4.243	\$ -10.000	\$ -	\$ 214.031
Agosto	\$ 244.343	\$ -140.857	\$ -10.000	\$ -	\$ 93.486
Septiembre	\$ 235.465	\$ -2.842	\$ -10.000	\$ -	\$ 222.623
Octubre	\$ 235.465	\$ -59.853	\$ -10.000	\$ -	\$ 165.612
Noviembre	\$ 235.465	\$ -1.983	\$ -10.000	\$ -	\$ 223.482
Diciembre	\$ 235.465	\$ -61.775	\$ -10.000	\$ -	\$ 163.690
Anualizado	\$ 2.784.123	\$ -679.468	\$ -120.000	\$ -1.178	\$ 1.983.477

Fuente: Elaboración propia a partir del estado de pago de buses CVU por concepto de arriendo de vehículos UNVI a empresa contratista en minería del mes de agosto 2023

Gráfico 3-2 Estimación del detalle general de liquidez de flota de minibuses UNVI con RCM en el año 2024, aplicando descuentos por mantenimiento



Fuente: Elaboración propia a partir del estado de pago de buses CVU por concepto de arriendo de vehículos UNVI a empresa contratista en minería del mes de agosto 2023.

Se observa que la tendencia mensual de los datos de liquidez muestra un aumento constante con pendiente positiva, indicando que la implementación de este plan de mantenimiento y sus actividades correspondientes contribuye al crecimiento de esta liquidez. Esto se traduce en ahorros significativos al mantener estas prácticas propuestas y que alimenta el crecimiento de la liquidez aplicando este plan de mantenimiento y sus actividades asociadas. Este enfoque no solo genera ahorros, sino que también respalda la continuidad del contrato con la empresa contratista al mantener estas prácticas y actividades de mantenimiento propuestas.

3.5.3. Indicador Financiero para el plan RCM propuesto

La implementación de RCM debe ser acompañada de un indicador financiero en son a mantenimiento, de tal manera de que se pueda medir de forma efectiva el impacto del plan. Para esto, un indicador económico que se ajusta al plan de mantenimiento es el “Retorno de la inversión” (ROI). El ROI evalúa la eficiencia y rentabilidad de una inversión al comparar los beneficios obtenidos con los costos incurridos, tales como los invertidos en actividades rutinarias en el plan RCM con sus respectivos materiales, mano de obras, insumos, repuestos, etc. Con este indicador se podrá estimar el logro del plan propuesto al final del año 2024, la efectividad y recibimiento que tuvo el plan propuesto y comparar con el idealizado.

El ROI puede ser calculado al comparar la ganancia líquida anual estimada con el costo anual de la inversión del plan RCM. Un ROI positivo indicaría que la implementación del plan de mantenimiento propuesto ha generado un rendimiento económico favorable en relación con la inversión realizada. Este indicador ofrecería de manera cuantitativa el impacto financiero del plan en la rentabilidad de la flota de minibuses. De tal manera que:

Ecuación 3-1 Retorno de Inversión

$$ROI = \left(\frac{Ganancia\ Neta\ Anual - Costo\ de\ Implementación}{Costo\ de\ Implementación} \right) \times 100$$

Fuente: Luna Altamirano, K. A., Meleán Romero, R. A., & Ordóñez Parra, Y. L. (2023). Indicadores Económicos Financieros. Visiones y Perspectivas Empresariales

Para la interpretación del ROI es importante notar si el resultado da positivo o negativo. Cuando da un resultado negativo, significa que la inversión provocará pérdidas en lugar de ganancias o ahorros. Mientras más alto sea el resultado del ROI, el beneficio de lo invertido será mayor.

Tabla 3-20 Interpretación ROI

Interpretación ROI		
Positivo	Hay ganancias o ahorros	Se invierte
Cero	Ni ganancias ni pérdidas	No se invierte
Negativo	Hay pérdidas	No se invierte

Fuente: Luna Altamirano, K. A., Meleán Romero, R. A., & Ordóñez Parra, Y. L. (2023). Indicadores Económicos Financieros. Visiones y Perspectivas Empresariales

3.5.3.1. Cálculo del ROI para el plan RCM de la flota

Para el cálculo del ROI del plan RCM se considerará la ganancia que se pudo haber producido en los meses de octubre, noviembre y diciembre del año 2023 por concepto de haber permanecido vigente el contrato de la flota de minibuses con sus respectivas pautas y chequeos de mantenimiento sujeto a la comparativa entre el costo de la implementación del RCM.

Primeramente, se considerará la tabla 3-18 para calcular el promedio de “ganancia contrato” de los meses desde enero a septiembre, es decir una suma mensual de US\$230.859. Este resultado se multiplica por los últimos 3 meses del año 2023 para conocer cuánto se hubiera ganado por haber continuado con el contrato hasta fin de año, es decir, un adicional de US\$692.576 a la liquidez respectivamente. Adicionalmente se le suma a este valor los chequeos de rodado, pautas de rodado y costos correctivos de rodado empleados en el mismo año, con la finalidad de conocer cuánto fue lo incurrido en mantener esta flota, es decir, un total de US\$936.908 respectivamente. Por lo tanto, este último valor es el beneficio, ahorro esperado o como dice la literatura “Ganancia Neta Anual” que se lograría abarcar en la propuesta de este plan de Mantenimiento.

Tabla 3-21 Pérdidas por término de contrato y actividades de rodado incurridas en el año 2023 de la flota de minibuses Vario 818D

Referencia	Valor
Pérdida de contrato (oct-nov-dic)	\$ 692.576
Pautas y chequeos sin RCM	\$ 229.557
Costo correctivo sin RCM	\$ 14.775
Total	\$ 936.908

Fuente: Elaboración propia a partir de costos del plan de Mantenimiento

Por otro lado, el “Costo de Implementación” basado en la tabla 3-19, directamente es lo incurrido en el plan de Mantenimiento RCM, que consta de las Pautas RCM, el Presupuesto Correctivo RCM y el Costo de las herramientas del año 0 del RCM. Con un total anualizado de US\$800.646 respectivamente.

Tabla 3-22 Costos de implementación del RCM para el año 2024

Referencia	Valor
Pautas de Rodado RCM	\$ 679.468
Costo Presupuesto RCM	\$ 120.000
Costo htas año 0 RCM	\$ 1.178
Total	\$ 800.646

Fuente: Elaboración propia a partir de costos del plan de Mantenimiento

A partir de esta información, se calcula el valor del ROI desde una perspectiva de reducción de costos asociado al plan de mantenimiento y las pérdidas de contrato, resultando que la rentabilidad del plan RCM procede a un 17,02 %, esto quiere decir que por cada dólar invertido se ahorrarían adicionalmente 1,70 dólares en 12 meses y que según la tabla 3-20 demostrada, se interpreta que el ROI da un cociente positivo lo que se sugiere a “invertir” en el plan propuesto.

Tabla 3-23 Cálculo ROI del plan RCM propuesto

Referencia	Valor
Beneficio ahorrado 2023	\$ 936.908
Costo del plan RCM 2024	\$ 800.646
ROI	17,02%

Fuente: Elaboración propia a partir de costos del plan de Mantenimiento

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al momento de realizar el levantamiento de la información de las actividades correctivas, se contó con datos específicos limitados de cada sistema de un total de 4 meses. Estos contribuyeron en aclarar en qué intervenciones se estaban dirigiendo los esfuerzos en tiempo y recurrencia por cada sistema del vehículo. La metodología de jerarquización resultó crucial para identificar las principales actividades afectadas, destacando que la gran mayoría de las acciones correctivas se dirigieron al sistema de rodado como mecanismo integral, tal y como se expresa en la problemática principal señalada, que indica problemas recurrentes en los últimos meses tanto en el sistema de frenos como en el de rodado.

Además, se observó un considerable tiempo dedicado a reparaciones en la carrocería, especialmente en las puertas, ventanillas y sus hermeticidades, como también el sistema eléctrico con reparaciones y revisiones frecuentes al cableado de control, fuerza y enchufes del vehículo. También a nivel de chasis en la amortiguación y paquetes de resortes, donde las vibraciones y golpes finalmente debilitan y dañan los materiales de los componentes. Estos materiales se vuelven más frágiles con el tiempo y son más susceptibles a romperse si no se consigue un mantenimiento adecuado, causados por las condiciones exigentes de las rutas de tránsito e impactos de rocas u otros materiales de los trayectos dentro de la mina, lo que demuestra que tienen un gran impacto sobre ellos y que sería interesante abordar en otro trabajo de título.

De haber contado con datos adicionales como de meses anteriores y un mayor detalle de las actividades realizadas y descritas en la planilla maestra entregada por la sucursal de Calama, es probable que el sesgo del método Jack Knife hubiera proporcionado una vista más precisa del sistema de frenos en los cuadrantes con mayor prioridad. A pesar de aquello, el enfoque crítico del sistema de frenos es considerado debido a que son mecanismos vecinos y su integridad mecánica tienen afectaciones mutuas.

Generar solicitudes de mejora de las condiciones de las rutas de tránsito en donde operan estos vehículos podría contribuir significativamente en aumentar la durabilidad de los componentes mencionados. Si las circunstancias desfavorables persisten, seguirán viéndose comprometidos estos componentes, lo que resultará en una frecuencia constante de fallas.

Luego de identificar qué sistemas se encuentran en una posición desfavorable en términos de mantenimiento, mediante los resultados obtenidos usando el diagrama Jack Knife, se determinan los modos de fallas más recurrentes del vehículo incorporando

la metodología del análisis de modo y efectos de falla asociado a la literatura RCM apoyada con NPR, en el cual se evalúa los efectos y consecuencias de cada modo de falla. De esta manera, los modos de falla más críticos quedan al descubierto fácilmente para posteriormente asignar las formas de intervención mediante el árbol de decisión.

Los modos de fallas que requieren de mayor atención son el 1-A-1 y 3-A-2, estos son parte de los sistemas que necesitan continuidad para el proceso, y que por sus posibles consecuencias fueron evaluados como crítico, por lo que se necesita prestar atención de forma rutinaria apoyadas con planillas estandarizadas que sean capaz de identificar problemas antes que sucedan sus efectos, y así optimizar de manera constante el proceso productivo de la flota de minibuses.

Al realizar este enfoque RCM como propuesta del plan de mantenimiento a la flota de minibuses a aquellos sistemas más riesgosos dentro del vehículo requiere una inversión importante en cuanto a horas de mantenimiento, costos de mano de obra, materiales y repuestos, no obstante, el beneficio que estaría generando son la disminución de las fallas esperadas, aumentando las rutinas de mantenimiento como también disminuyendo el tiempo fuera de servicio por fallas, aportando significativamente a una mejora sustancial en el rendimiento operacional de la flota de minibuses y lo más importante prevaleciendo el contrato con la empresa contratista sin que se culmine por deficiencias en los vehículos por fallas recurrentes que pueden ser evitadas manteniendo rutinas de mantenimiento más exhaustivas. Por otro lado, del árbol de decisión del sistema de rodado surge una viñeta de rediseño la cual aborda a los rodamientos con daño en la pista interna. Para este modo de fallo se recomienda optar por la adquisición de vehículos OPTIMUSS con chasis ATEGO 927 AF debido a que el sistema de rodado y de frenos ofrece un mayor despeje desde el suelo y mejor resistencia debido a la envergadura estructural en comparación al chasis de Unvi Vario 818D.

El programa propuesto es un caso ideal en que el vehículo no presentara detenciones en todo el año manteniendo el km tal y como se espera. Ahora, para un vehículo que se utilice de forma estacionaria solamente se le harían las intervenciones que alcance a cumplir por km. Sería conveniente que el plan RCM se empezara a realizar a los vehículos stand by para ir intercambiando por los vehículos a falta de intervención y así continuamente, cada uno con su respectivo programa.

Adicionalmente, una forma estratégica de medir el impacto de este plan de mantenimiento es a través del ROI. Con el plan propuesto se esperan valores positivos en términos de ganancia por inversión, pudiendo aumentar aún más si es que presupuesto de costos correctivos genera ahorros de forma mensual manteniendo las recomendaciones del programa de mantenimiento, lo que potenciaría aún más la eficiencia y rentabilidad de la flota de minibuses. Nótese que el beneficio del ROI se

relacionarían más directamente con ahorros logrados al evitar costos adicionales, como reparaciones no planificadas, tiempos de inactividad, o incluso pérdidas de contratos debido a problemas recurrentes.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Otero, J. R., Torres-Arcique, R., & Magaña-Jiménez, D. (2010). Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad. Tecnología, Ciencia, Educación, 25(1), 15-26. Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos A.C. Monterrey, México.
- Moubray, J. (Ed.). (2004). Reliability-Centered Maintenance Spanish Ed. RCM II - Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad España: Aladon, USA. (ISBN: 978-0-9539603-2-3).
- MANUAL, Instructivo de Servicios de Mantenimiento Kaufmann
- BUSES CVU, INFORMACIÓN GENERAL SOBRE EMPRESA, [web page]
<https://www.busescvu.cl>
- Norma Internacional ISO 14224. (2016). Petroleum, petrochemical and natural gas industries -- Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment. Organización Internacional de Normalización.
- Pistarelli, A. J. (2010). Manual de Mantenimiento: Ingeniería, Gestión y Organización. Buenos Aires: Talleres Gráficos R y C. ISBN: 9789870584209.
- Luna Altamirano, K. A., Meleán Romero, R. A., & Ordóñez Parra, Y. L. (2023). Indicadores Económicos Financieros. Visiones y Perspectivas Empresariales. High Rate Consulting. <https://doi.org/10.38202/indicadores>
- D'Addario, M. (2017). Manual de mecánica del automóvil: Fundamentos, componentes y mantenimiento. CreateSpace Independent Publishing Platform.(ISBN 978-1544000596)

**ANEXO A: EVENTOS CORRECTIVOS EN EL SISTEMA DE CHASIS EN
FLOTA DE MINIBUSES UTILIZADO EN PMCHS, CALAMA.**

REF	Actividades correctivas del Sistema de Chasis	FF	TPFS (h)	TFS (h)
SCH RPK	Revisión paquete de resortes (RPK)	9	1	9
SCH RRPK	Reparaciones menores de paquete de resortes (RRPK)	6	1,5	9
SCH RRPKD	Reparación de paquete de resortes traseros (RRPKD)	2	3	6
SCH RRRKT	Reparación de paquete de resortes delanteros (RRRKT)	3	3	9
SCH CHPKD	Cambio de hojas paquete de resortes delantero (CHPKD)	4	3	12
SCH CABPK	Reparación de abrazaderas paquete de resortes (CABPK)	1	2	2
SCH CCNPK	Cambio de pernos candado paquete resortes (CCNPK)	2	2	4
SCH CCNPK	Cambio pernocentro paquete resortes trasero (CCNPK)	2	1,5	3
SCH RSUS	Revisión de suspensión (RSUS)	4	0,5	2
SCH RRSUS	Reparación de suspensión (RRSUS)	2	2	4
SCH RRPK	Cambio de paquete de resortes (RRPK)	1	3	3
SCH RRBE	Reparación candado barra estabilizadora (RRBE)	1	1	1
SCH RRBE	Reparación de barra estabilizadora (RRBE)	4	2	8
SCH RRBE	Fijación de soporte de barra estabilizadora a chasis (RRBE)	2	1,5	3
SCH RBE	Revisión de barra estabilizadora (RBE)	1	1	1
SCH RRSUS	Cambio de amortiguadores (RRSUS)	2	2	4
SCH RRSUS	Cambio pernos amortiguadores (RRSUS)	4	2	8

Fuente: Elaboración propia a partir de planilla maestra entregada por Sucursal CVU Calama

**ANEXO B: FRECUENCIA DE FALLAS DE SISTEMA DE MOTOR EN
MINIBÚS UTILIZADO POR EMPRESA CONTRATISTA PRESTADORA DE
SERVICIOS EN PMCHS, CALAMA.**

REF	Actividades correctivas en el sistema de Motor	F.F	TPFS (h)	TFS (h)
SM TP	Exceso de temperatura motor (TP)	5	1	5
SM FC	Revisión fuga de aceite motor (FC)	2	1,5	3
SM RRM	Reparación de pérdida fuerza motor (RRM)	4	1,5	6
SM RRM	Reparación radiador (RRM)	1	2	2
SM VM	Revisión por baja potencia motor BPM (VM)	4	1	4
SM RRM	Reparación falla presión de aceite motor (RRM)	2	2	4
SM VM	Reparación tubo de escape (VM)	2	2	4
SM VM	Revisión sistema turbo motor (VM)	1	1	1
SM RRM	Cambio de turbo (RRM)	6	2	12
SM VM	Cambio filtro de aire (VM)	5	0,5	2,5
SM RRM	Reparación de carter (RRM)	1	3	3
SM VM	Reparación de escape (VM)	1	1	1
SMVM	Afianzamiento de tubo de escape (VM)	1	1	1
SM FV	Fuga de aceite en turbo (FC)	1	1,5	1,5
SM VM	Reparación de codo en Turbo (VM)	1	1,5	1,5
SM FC	Reparación fuga de refrigerante (FC)	2	1,5	3

Fuente: Elaboración propia a partir de planilla maestra entregada por Sucursal CVU Calama

ANEXO C: FRECUENCIA DE FALLAS DE SISTEMA DE TRANSMISIÓN EN MINIBÚS UTILIZADO POR EMPRESA CONTRATISTA PRESTADORA DE SERVICIOS EN PMCHS, CALAMA.

REF	Actividades correctivas en el sistema de Transmisión	F.F	TPFS (h)	TFS (h)
ST EM	Vástago embrague quebrado (EM)	1	1,5	1,5
ST EM	Revisión embrague (EM)	8	0,5	4
ST REM	Reparación embrague (REM)	3	1,5	4,5
ST ET	Instalación de flexible caja de cambios (ET)	1	1	1
ST CCT	Cambio de cardan trasero (CCT)	2	2	4
ST EM	Revisión de embrague (EM)	3	3	9
ST CCC	Cambio caja de cambios (CCC)	1	2	2
ST CCD	Cambio de cardan delantero (CCD)	3	1	3
ST EM	Reparación flexible bba embrague (EM)	1	1	1
ST ET	Revisión cardán trasero (ET)	1	1	1
ST ED	Revisión cardan delantero (ED)	6	1	6
ST RRC	Reparación de cardan (RRC)	2	2	4
ST ET	Revisión de transmisión (ET)	3	1	3

Fuente: Elaboración propia a partir de planilla maestra entregada por Sucursal CVU Calama

ANEXO D: FRECUENCIA DE FALLAS DE SISTEMA DE DIRECCIÓN EN MINIBÚS UTILIZADO POR EMPRESA CONTRATISTA PRESTADORA DE SERVICIOS EN PMCHS, CALAMA.

REF	Actividades correctivas del Sistema de Dirección	F.F	TPFS (h)	TFS (h)
SD RD	Revisión sistema de dirección (RD).	4	1	4
SD RRD	Cambio de retén de dirección (RRD).	1	2	2
SD RRD	Reparación del sistema de dirección (RRD).	2	2	4
SD FC	Fuga en sistema de dirección (FC).	3	1	3
SD FC	Fuga aceite hidráulico dirección (FC)	1	1	1

Fuente: Elaboración propia a partir de planilla maestra entregada por Sucursal CVU Calama

**ANEXO E: FRECUENCIA DE FALLAS DE SISTEMA DE RODADO EN
MINIBUS UTILIZADO POR EMPRESA CONTRATISTA PRESTADORA DE
SERVICIOS EN PMCHS, CALAMA.**

REF	Actividades correctivas del Sistema de Rodado	F.F	TPFS (h)	TFS (h)
SR TP	Revisión de tren delantero (TD).	20	2	40
SR TT	Revisión de tren trasero (TT).	15	2	30
SR NN	Implementación de neumático de repuesto (NN).	2	1	2
SR NN	Cambio de neumático trasero (NN).	7	1	7
SR TD	Reapriete tuerca masa delantera (TD).	5	0,5	2,5
SR ASR	Alineamiento (ASR).	3	1	3
SR BSR	Balanceo (BSR).	3	1	3
SR NN	Cambio de neumático de repuesto (NN).	14	1	14
SR RR	Campaña sistema de rodado (RR).	25	12	300
SR RR	Cambio de manguetas tren delantero (RR).	6	4	24

Fuente: Elaboración propia a partir de planilla maestra entregada por Sucursal CVU Calama

**ANEXO F: FRECUENCIA DE FALLAS DE SISTEMA ELÉCTRICO EN
MINIBÚS UTILIZADO POR EMPRESA CONTRATISTA PRESTADORA DE
SERVICIOS EN PMCHS, CALAMA.**

REF	Actividades correctivas del Sistema de Eléctrico	F.F	TPFS (h)	TFS (h)
SE EL	Reparación de cableado de arranque (EL).	1	1	1
SE RAL	Reparación alternador (RAL).	1	2	2
SE EL	Reparación conectores estanque Diesel (EL).	1	1	1
SE EL	Reparación cableado de bocina (EL).	3	1	3
SE EL	Revisión electroválvula de puerta acceso (EL).	2	1	2
SE EL	Reparación cableado radio base (EL).	3	1	3
SE AA	Revisión motor de arranque (AA).	1	1	1
SE RAQ	Reparación motor de arranque. (RAQ).	1	2	2
SE CAQ	Cambio de motor de arranque (CAQ).	4	3	12
SE EL	Instalación radio base (EL).	1	2	2
SE GPS	Cambio de GPS (GPS).	2	1	2
SE GPS	Instalación de GPS (GPS).	3	1	3
SE ABS	Reparación sensores ABS (ABS).	1	1	1
SE CAL	Cambio de Alternador (CAL).	1	2	2
SE EL	Reparación eléctrica (EL).	22	1,5	33
SE EL	Cambio de chapa de contacto (EL).	1	1	1
SE EL	Revisión sistema eléctrico (EL).	104	1,5	156
SE AC	Corte alimentación eléctrica (A/C).	1	1	1
SE AC	Reparación conexión eléctrica (A/C).	1	1	1
SE AC	Cambio relé compresor (A/C).	1	0,5	0,5
SE IL	Reparación de foco faenero (IL).	1	1	1
SE FD	Cambio de foco delantero (FD).	1	1,5	1,5
SE IL	Reparación de luces (IL).	9	0,5	4,5
SE IL	Cambio de luz trocha lateral (IL).	1	0,5	0,5
SE IL	Reparación luz trocha lateral (IL).	1	1	1
SE EV	Reparación de electroventilador (EV).	3	1	3
SE EV	Revisión de electroventilador (EV).	2	0,3	0,6
SE IL	Revisión sistema de luces (IL).	11	0,3	3,3
SE IL	Cambio de batería CB (IL).	10	0,5	5
SE IL	Revisión de luces (IL).	3	0,5	1,5

Fuente: Elaboración propia a partir de planilla maestra entregada por Sucursal CVU Calama

**ANEXO G: FRECUENCIA DE FALLAS DE SISTEMA DE CARROCERÍA EN
MINIBÚS UTILIZADO POR EMPRESA CONTRATISTA PRESTADORA DE
SERVICIOS EN PMCHS, CALAMA.**

REF	Actividades correctivas del Sistema de Carrocería	F.F	TPFS (h)	TFS (h)
SC RC	Reparación carrocería (RC)	34	1,5	51
SC LV	Lavado de carrocería y chasis (LV)	11	1	11
SC RCS	Revisión de cinturones de seguridad (RCS)	8	0,5	4
SC RAS	Reparación de asientos (RAS)	3	2	6
SC AS	Revisión de asientos (AS)	7	0,5	3,5
SC AS	Revisión de apoya brazos (AS)	1	0,5	0,5
SC IL	Reparación de iluminación tablero (IL)	1	1	1
SC MB	Implementación botiquín (MB)	3	0,5	1,5
SC RSN	Reparación del sistema neumático (RSN)	6	1,5	9
SC SEG	Cambio de extintores (SEG)	1	0,5	0,5
SC SEG	Implementación de conos y señaléticas (SEG)	1	0,5	0,5
SC RA	Reparación de fuga de aire (RA)	1	1	1
SC IVA	Instalación válvula alivio APU (IVA)	8	1,5	12
SC CV	Cambio de válvula 4 vias compresor (CV)	2	1,5	3
SC RCOM	Cambio culatín de compresor (RCOM)	1	2	2
SC CVEN	Cambio válvula electromagnética sistema neumático (CVEN)	1	1,5	1,5
SC RA	Reparación de linea de aire comprimido (RA)	1	1	1
SC RC	Ajuste puerta acceso (RC)	1	1	1
SC RVRD	Cambio de vidrios laterales pasajeros (RVRD)	17	3	51
SC RVRD	Cambio de vidrios ventanilla conductor (RVRD)	2	3	6
SC RVRD	Cambio vidrio puerta acceso (RVRD)	11	2	22
SC CPAR	Cambio parabrisas (CPAR)	2	2	4
SC CLUN	Cambio de luneta (CLUN)	1	2	2
SC RC	Reparación de parachoques (RC)	1	1,5	1,5
SC RVRD	Cambio espejo retrovisor (RVRD)	1	1	1
SC RRCS	Reparación de cinturones de seguridad (RRCS)	3	1	3
SC RC	Reparación de puerta de acceso (RC)	6	2	12
SC RTAC	Cambio de tacómetro (RTAC)	2	1	2
SC RTAC	Revisión tacómetro (RTAC)	1	0,5	0,5
SC RRTAC	Reparación de tacómetro (RRTAC)	11	1,5	16,5
SC RHP	Revisión hermeticidad de puerta (RHP)	1	1	1
SC RRHP	Reparación hermeticidad puerta (RRHP)	2	2	4
SC RVRD	Reposición de espejo retrovisor copiloto (RVRD)	1	1	1
SC RIC	Reparación de indicador de petróleo (RIC)	1	2	2
SC CSG	Cambio de cinturones de seguridad (CSG)	4	3	12

Fuente: Elaboración propia a partir de planilla maestra entregada por Sucursal CVU Calama

**ANEXO H: FRECUENCIA DE FALLAS DE SISTEMA DE FRENOS EN
MINIBÚS UTILIZADO POR EMPRESA CONTRATISTA PRESTADORA DE
SERVICIOS EN PMCHS, CALAMA.**

REF	Actividades correctivas del Sistema de Frenos	F.F	TPFS (h)	TFS (h)
SF CPF	Cambio de pastillas de freno (CPF)	3	1	3
SF RRFD	Reparación frenos delanteros (RRFD)	2	2	4
SF RSF	Revisión de sistema de frenos (RSF)	6	0,5	3
SF RRFM	Reparación freno motor (RRFM)	2	2	4
SF CCLP	Cambio de caliper (CCLP)	1	2	2
SF CÑC	Cambio cañería freno caliper (CÑC)	1	1	1
SF CVF	Cambio válvula pedal de freno (CVF)	1	1	1

Fuente: Elaboración propia a partir de planilla maestra entregada por Sucursal CVU Calama

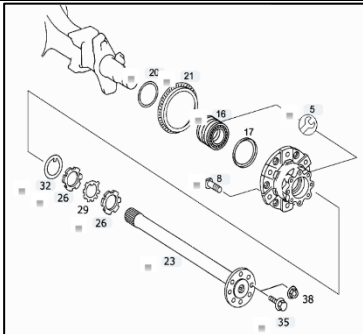
**ANEXO I: RESUMEN POR TAG DE FALLAS DE SISTEMAS DE A/C EN
MINIBÚS UTILIZADO POR EMPRESA CONTRATISTA PRESTADORA DE
SERVICIOS EN PMCHS, CALAMA.**

REF	Actividades correctivas del Sistema de Chasis	F.F	TPFS (h)	TFS (h)
AC CPT	Cambio polea tensor A/C (CPT)	1	1	1
AC RMEN	Reparación menores A/C (RMEN)	19	1	19
AC RRCOM	Reparación de compresor A/C RRCOM)	2	2	4
AC CRT	Cambio rodillo tensor A/C (CRT)	1	1,5	1,5
AC RV	Revisión A/C (RV)	89	1	89
AC CV	Cambio de válvula de calefacción (CV)	1	1	1

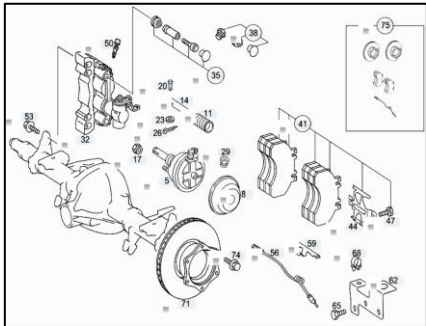
Fuente: Elaboración propia a partir de planilla maestra entregada por Sucursal CVU Calama

ANEXO J: SPAREPART SISTEMA DE FRENOS Y RODADO EJE TRASERO

Número de partes				Diagrama de despiece	
Alojamiento de ruedas eje trasero					
Número	Nombre	Código	Nota	Cantidad	Optional Part
A 305 997 03 45	JUNTA ANULAR	20	ANILLO INTERIOR DEL RODAMIENTO EN LA TROMPETA	002	
A 668 356 05 15	ANILLO DE MEDICION	21	(ANILLO MEDIDOR),SISTEMA ANTIBLOQUEO	002	
A 668 350 00 35	CUBO DE LA RUEDA	5	CON RODAMIENTO	002	
A 013 981 22 05	RODAM. DE RODILLOS CONICOS	16	CUBO DE RUEDA, DENTRO Y FUERA	002	Opcional con: A 013 981 23 05 / A 013 981 98 05
A 013 981 23 05	RODAM. DE RODILLOS CONICOS	16	CUBO DE RUEDA, DENTRO Y FUERA	002	Opcional con: A 013 981 22 05 / A 013 981 98 05
A 013 981 98 05	RODAM. DE RODILLOS CONICOS	16	CUBO DE RUEDA, DENTRO Y FUERA	002	Opcional con: A 013 981 22 05 / A 013 981 23 05
A 000 401 66 71	PERNO DE RUEDA	8	RUEDA DE DISCO,AL CUBO DE RUEDA	012	
A 970 356 01 52	ARANDELA DISTANCIADORA	32	CUBO DE RUEDA AL TUBO PORTANTE DEL EJE TRASERO	002	
A 970 353 00 26	TUERCA	26	CUBO DE RUEDA AL TUBO PORTANTE DEL EJE TRASERO M75X1,5	002	
A 668 357 10 01	SEMIEJE TRASERO	23		-	
A 668 357 11 01	SEMIEJE DE EJE TRASERO	23		002	
N 910105 014005	TORNILLO HEXAGONAL	35	SEMIEJE TRASERO AL CUBO	016	



Frenos traseros					
Número	Nombre	Código	Nota	Cantidad	Repl Part
A 668 420 05 01	TS DISCO DE FRENO	75	JUEGO DE PIEZAS LUCAS	001	
A 000 421 83 86	RS GUARNICION GUARDAPOLVO	38	JUEGO DE PIEZAS LUCAS	002	
A 000 420 51 55	VALVULA DE AIREACION	50	MORDAZA,PARTES IZQUIERDA Y DERECHA	002	
A 000 420 04 76	JUEGO DE REPARACION	35	GUÍA DE MORDAZA LUCAS	002	
N 000000 000056	PERNO	20	CILINDRO COMBINADO A PALANCA DE FRENO MORDAZA DE FRENO	002	
A 000 421 02 28	CABEZA DE HORQUILLA	14		001	
A 000 421 86 86	GUARNICION	11	CILINDRO COMBINADO	002	
N 910105 012015	TORNILLO HEXAGONAL	53	MORDAZA DEL FRENO A MANGUETA M12X1.5X45	008	
N 001440 010002	ARANDELA	23	CILINDRO COMBINADO A PALANCA DE FRENO MORDAZA DE FRENO	002	
A 004 420 48 20	TS PASTILLA DE FRENO	41	JUEGO DE PIEZAS LUCAS	001	
A 003 420 77 20	TS PASTILLA DE FRENO	41		-	Sustituido por: A 004 420 48 20
A 003 420 15 20	TS PASTILLA DE FRENO	41		-	Sustituido por: A 003 420 77 20
A 002 420 57 20	TS PASTILLA DE FRENO	41		-	Sustituido por: A 003 420 15 20
N 000094 003219	PASADOR DE ALETAS	26	CILINDRO COMBINADO A PALANCA DE FRENO MORDAZA DE FRENO	002	
A 670 420 03 83	PINZA PORTAPASTILLAS	32	DERECHA, SIN FORRO DE FRENO NI INDICADOR DE DESGASTE LUCAS/FERODO	001	
A 670 420 69 01	MORDAZA	32	IZQUIERDA,CON PORTAFRENOS Y FORROS DE FRENO LUCAS/FERODO	001	Sustituido por: A 670 420 02 83
A 670 420 52 01	MORDAZA	32		-	Sustituido por: A 670 420 57 01
A 670 420 57 01	MORDAZA	32		-	Sustituido por: A 670 420 63 01
A 670 420 63 01	MORDAZA	32		-	Sustituido por: A 670 420 69 01
A 670 420 70 01	MORDAZA	32	LADO DERECHO,CON PORTAFRENO Y FORROS DE FRENO LUCAS/FERODO	001	Sustituido por: A 670 420 03 83
A 670 420 02 83	PINZA PORTAPASTILLAS	32	IZQUIERDA, SIN FORRO DE FRENO NI INDICADOR DE DESGASTE LUCAS/FERODO	001	
A 670 420 58 01	MORDAZA	32		-	Sustituido por: A 670 420 64 01
A 670 420 53 01	MORDAZA	32		-	Sustituido por: A 670 420 58 01
A 670 420 64 01	MORDAZA	32		-	Sustituido por: A 670 420 70 01
A 000 997 09 34	TORNILLO	29	ADAPTACION DE VOSS 230 A VOSS 232	002	
A 000 997 81 34	CASQUILLO CON ROSCA MACHO	29	EN EL CILINDRO DE FRENO VOSS 232, M22X1,5MM	002	
A 000 997 48 34	CASQUILLO CON ROSCA MACHO	29	EN EL CILINDRO DE FRENO VOSS 232, M22X1,5MM	002	Sustituido por: A 000 997 81 34
N 910113 012004	TUERCA HEXAGONAL	17	CILINDRO DE FRENO DEL EJE TRASERO	004	
A 002 431 04 14	CILINDRO DE FRENOS	5	(CILINDROS COMBINADOS) DERECHO Y IZQUIERDO	002	
A 000 431 47 28	MEMBRANA	8	CILINDRO COMBINADO	002	
N 304017 006034	TORNILLO HEXAGONAL	47	MUELLE DE RETENCION DEL FORRO DE FRENO A MORDAZA	004	
A 000 421 34 91	MUELLE	44	GIRLING	002	
A 669 542 03 40	SOPORTE	59	TRANSMISOR DEL INDICADOR DEL DESGASTE DE LOS FORROS DE FRENO	002	
A 000 995 60 44	ABRAZADERA DE SUJECION	68	TRANSMISOR AL BASTIDOR	002	
A 000 995 60 44	ABRAZADERA DE SUJECION	68	TRANSMISOR AL BASTIDOR	002	
A 669 540 11 17	SENSOR DE DESGASTE	56	DESGASTE DE LOS FORROS DE FRENO	002	
A 669 540 12 17	SENSOR DE DESGASTE	56	DESGASTE DE LOS FORROS DE FRENO	002	
A 669 540 07 17	SENSOR DE DESGASTE	56	DESGASTE DE LOS FORROS DE FRENO	002	Sustituido por: A 669 540 12 17
A 669 540 04 17	TRANSMISOR	56	DESGASTE DE LOS FORROS DE FRENO	002	Sustituido por: A 669 540 11 17
N 910105 012007	TORNILLO HEXAGONAL	74	DISCO DE FRENO AL CUBO DE RUEDA	012	
A 670 420 08 86	SOPORTE	62		-	Sustituido por: A 670 420 11 86
A 670 420 09 86	SOPORTE	62		-	Sustituido por: A 670 420 12 86
A 670 420 12 86	SOPORTE	62	TRANSMISOR DEL INDICADOR DEL DESGASTE DE LOS FORROS DE FRENO, A LA DERECHA	001	
A 670 420 11 86	SOPORTE	62	TRANSMISOR DEL INDICADOR DEL DESGASTE DE LOS FORROS DE FRENO, A LA IZQUIERDA	001	
A 668 423 03 12	DISCO DE FRENO	71		-	Sustituido por: A 668 423 05 12
A 668 423 05 12	DISCO DE FRENO	71		002	
N 304017 006034	TORNILLO HEXAGONAL	65	SOPORTE AL FRENO	004	



ANEXO K: SPAREPART DEL SISTEMA DE FRENOS Y RODADO EJE

DELANTERO

Número de parte				Diagrama de despiece	
Alojamiento de ruedas eje delantero					
Número	Nombre	Código	Nota	Cantidad	Optional Part
A 669 334 05 15	ANILLO DE MEDICION	20	(ANILLO MEDIDOR),SISTEMA ANTIBLOQUEO	002	
A 318 402 00 71	ESPARRAGO	8	RUEDA DE DISCOAL CUBO DE RUEDA	012	
A 669 334 00 59	JUNTA ANULAR	17	CUBO DE REDA, PARTE INTERIOR	002	Opcional con: A 669 334 01 59
A 669 334 01 59	RETEN RADIAL DE EJE	17	CUBO DE REDA, PARTE INTERIOR	002	Opcional con: A 669 334 00 59
A 010 997 24 47	RETEN	14	CUBO DE REDA, PARTE INTERIOR	002	
A 002 981 95 05	RODAM DE RODILLOS CONICOS	11	CUBO DE REDA, PARTE INTERIOR	002	Opcional con: A 003 981 00 05 / A 007 981 25 05 / A 008 981 51 05
A 003 981 00 05	RODAM DE RODILLOS CONICOS	11	CUBO DE REDA, PARTE INTERIOR	002	Opcional con: A 002 981 95 05 / A 007 981 25 05 / A 008 981 51 05
A 007 981 25 05	RODAM DE RODILLOS CONICOS	11	CUBO DE REDA, PARTE INTERIOR	002	Opcional con: A 002 981 95 05 / A 003 981 00 05 / A 008 981 51 05
A 008 981 51 05	RODAM DE RODILLOS CONICOS	11	CUBO DE REDA, PARTE INTERIOR	002	Opcional con: A 002 981 95 05 / A 003 981 00 05 / A 007 981 25 05
A 669 334 06 01	CUBO RUEDA DELANTERA	5	PARTES IZQUIERDA Y DERECHA	002	
A 002 981 52 05	COJINETE RODILLOS CONICOS	23	CUBO DE RUEDA, PARTE EXTERIOR	001	Opcional con: A 007 981 96 05 / N 000720 032013
A 007 981 96 05	RODAM DE RODILLOS CONICOS	23	CUBO DE RUEDA, PARTE EXTERIOR	002	Opcional con: A 002 981 52 05 / N 000720 032013
N 000720 032013	COJINETE DE RODILLOS	23	CUBO DE RUEDA, PARTE EXTERIOR	002	Opcional con: A 002 981 52 05 / A 007 981 96 05
A 352 356 00 52	ARANDELA DISTANCIADORA	26	CUBO DE RUEDA DELANTERA A LA MANGUETA	002	
A 000 990 82 04	TORNILLO HEXAGONAL	38		-	
A 000 990 76 04	TORNILLO	38	PIEZA DE ARRASTRE AL CUBO	016	
A 322 356 01 73	SEGURO	32	CUBO DE RUEDA DELANTERA A LA MANGUETA	002	
A 310 337 02 17	ARRASTRADOR	35	ARBOL DE PROPULSION,AL EXTERIOR	002	
A 310 337 01 51	ANILLO DISTANCIADOR	41	PIEZA DE ARRASTRE AL ARBOL DE PROPULSION	002	
A 310 994 02 34	ANILLO DE RETENCION	44	PIEZA DE ARRASTRE AL ARBOL DE PROPULSION	002	

Freno delantero					
Número	Nombre	Código	Nota	Cantidad	Repl Part
A 669 540 11 17	SENSOR DE DESGASTE	35	DESGASTE DE LOS FORROS DE FRENO	002	
A 669 540 04 17	TRANSMISOR	35	DESGASTE DE LOS FORROS DE FRENO	002	Sustituido por: A 669 540 11 17
A 000 420 13 44	JUEGO DE REPARACION	23	MORDAZA GIRLING	002	
A 003 420 77 20	TS PASTILLA DE FRENO	14	(JUEGO DE PIEZAS),EXENTO DE AMIANTO; CON INDICADOR DEL DESGASTE	001	Sustituido por: A 004 420 48 20
A 004 420 48 20	TS PASTILLA DE FRENO	14	(JUEGO DE PIEZAS),EXENTO DE AMIANTO; CON INDICADOR DEL DESGASTE FERODO	001	
A 000 995 60 44	ABRAZADERA	44	TRANSMISOR AL BASTIDOR	002	
A 669 542 03 40	SOPORTE	38	TRANSMISOR	002	
N 914112 008032	TORNILLO	50	SOPORTE A MORDAZA DE FRENO	004	
A 669 420 06 86	SOPORTE	41	TUBO FLEXIBLE DE FRENO DERECHO	001	Sustituido por: A 669 420 15 86
A 669 420 14 86	SOPORTE	41	TUBO FLEXIBLE DE FRENO IZQUIERDO	001	
A 669 420 05 86	SOPORTE	41	TUBO FLEXIBLE DE FRENO IZQUIERDO	001	Sustituido por: A 669 420 14 86
A 669 420 15 86	SOPORTE	41	TUBO FLEXIBLE DE FRENO DERECHO	001	
A 000 421 14 63	JUEGO DE REPARACION	8	GUIA DE MORDAZA GIRLING	002	
A 000 421 83 86	RS GUARNICION GUARDAPOLVO	11	MANGUITO GIRLING	002	
A 000 421 08 87	CAPERUZA PROTECTORA	29	GIRLING	004	
N 304017 006034	TORNILLO HEXAGONAL	20	MUELLE DE RETENCION DEL FORRO DE FRENO A MORDAZA GIRLING	004	
A 000 420 51 55	VALVULA PURGA DE AIRE	26	GIRLING	004	
A 669 421 07 12	DISCO DE FRENO	53		-	Sustituido por: A 669 421 05 12
A 669 421 05 12	DISCO DE FRENO	53	PARTES IZQUIERDA Y DERECHA	002	
A 000 421 34 91	RESORTE	17	MORDAZA GIRLING	002	
N 910105 012042	TORNILLO HEXAGONAL	32	MORDAZA DEL FRENO A MANGUETA	008	
N 914112 012025	TORNILLO	56	DISCO DE FRENO AL CUBO DE RUEDA	012	
A 669 420 60 01	FRENO DE RUEDA DELANTERA	5	EXENTO DE AMIANTO;CON FORRO,A LA IZQUIERDA MERITOR	001	
A 669 420 60 01	FRENO DE RUEDA DELANTERA	5	EXENTO DE AMIANTO;CON FORRO,A LA IZQUIERDA MERITOR	001	
A 669 420 61 01	FRENO DE RUEDA DELANTERA	5	EXENTO DE AMIANTO;CON FORRO,A LA DERECHA MERITOR	001	
A 669 420 49 01	MORDAZA	5		-	Sustituido por: A 669 420 61 01
A 669 420 48 01	MORDAZA	5		-	Sustituido por: A 669 420 60 01

ANEXO L: ORDEN DE TRABAJO N° 90330 DEL EQUIPO N° 743

TRANSPORTES

CVU

TRANSPORTES CVU

Orden de Trabajo

N°: OT90330

Fecha: 2023-04-07

Calificación:

Costo Total: \$ CLP 0.00

GENERÓ: JORGE ESTEBAN AGUIRRE VERGARA

DURACIÓN ESTIMADA: 08:00:00

RESPONSABLE: FRANCISCO VALDIVIA VEGA

NOTAS:

ACTIVOS

DESCRIPCIÓN: { 0743 } LFJL14 4X4 MERCEDES UNVI

UBICADO EN Ó ES PARTE DE: // CALAMA/ GEOVITA PMCHS/

TIPO: MINIBUS

PRIORIDAD:

CÓDIGO DE BARRAS:

CLASIFICACIÓN 1: VARIO 818 COMPA UNVI

CLASIFICACIÓN 2: 2015

CENTRO DE COSTO: CCALS0019 ()

OBSERVACIONES	DETALLAR TRABAJO REALIZADO	CAMBIO PAQUETE RESORTE DELANTERO DERECHO. CAMBIO CARDAN DELANTERO. CAMBIO DE RODAMIENTOS DE MASA DELANTERO. CAMBIO DE RETENES DE MASA Y MANGUETAS DELANTERAS. CAMBIO DE EJES DELANTEROS IZQ Y DER. CAMBIO DE GOMAS DELANTERAS CAMBIO DE MASAS TRASERAS, CAMBIO DE CALIPER TRASERO DERECHO. CAMBIO DE PASTILLAS FRNO DELANTERO Y TRASEROS
ODOMETRO	INGRESAR KILOMETRAJE	97306

Código	Nombre de repuesto	Valor por pieza	Cantidad	Total
MRH0800635	CRUCETA DE CARDAN CR533 DE 42 X106 NEW ALLOY VARIO818 NEW ALLOY	\$ 63.818	1	\$ 63.818
MRH1100096	RODAMIENTO RUEDA TRASERO 4X4 LO916/VARIO818 35-479	\$ 223.356	2	\$ 446.712
MRH1100104	RODAMIENTO MASA RUEDA DELANTERO EXTERIOR S/M VARIO818 33-337/ 33015JR	\$ 48.800	2	\$ 97.599
MRH0800862	RODAMIENTO MASA RUEDA DELANTERO INTERIOR S/M VARIO818 35-165 / 31013 XQ	\$ 33.597	2	\$ 67.194
MRH0800324	RETEN MAZA DELANTERA BOTOTO MB / MERCEDES BENZ /	\$ 57.155	2	\$ 114.310
MRH0800125	RETEN MAZA TRAS 95X115X13MM / SABO / 02690 (702)	\$ 2.234	2	\$ 4.467
MRH1100057	RETEN DE EJE DELANTERO MERCEDES BENZ VARIO818 A669	\$ 49.859	2	\$ 99.718
MRH1100026	MBC MUÑON DERECHO (MANGUETA) / MERCEDES BENZ / VARIO 818 A6693320602	\$ 1.078.074	1	\$ 1.078.074
MRH1100058	MASA DE MUÑON IZQUIERDO MERCEDES BENZ VARIO818 A6693320901	\$ 1.217.025	1	\$ 1.217.025
MRH0800132	RETEN MUÑON DEL. 55.6X66X12MM / MERCEDES BENZ / A0199973047	\$ 25.990	2	\$ 51.980
MRH1100079	MASA DEL EJE DELANTERO (CASQUILLOS) MERCEDES BENZ VARIO818 A3463350038	\$ 49.805	2	\$ 99.610
MRH1100057	RETEN DE EJE DELANTERO MERCEDES BENZ VARIO818 A6693340359	\$ 49.859	2	\$ 99.718
SOT1440321	SERVICIO CAMBIO DE BUJE DE PALIER	\$ 30.000	2	\$ 60.000
SOT1440327	SERVICIO CAMBIO DE CRUCETAS EJE PALIER	\$ 30.000	2	\$ 60.000
SOT1440325	SERVICIO FABRICACION DE BUJES DE PALIER	\$ 100.000	2	\$ 200.000
SOT1440328	SERVICIO REAPARACION DE PUNTA DE HILO EJE PALIER	\$ 80.000	2	\$ 160.000
MRH1100096	MASA TRASERA (MBC CUBO) / MERCEDES BENZ / VARIO 818 A6683500035	\$ 223.356	2	\$ 446.712
MRH1000299	CALIPER TRASERO DERECHO	\$ 850.086	1	\$ 850.086
MRH1000286	JUEGO DE PASTILLAS TRAS/104 ADVANCE 9155 / ADVANCE / LO915/LO916 6884203020	\$ 29.307	2	\$ 58.614
MRH1000049	KIT PASTILLAS FRENO DELANTERO MB / BOSCH / 0986494194	\$ 48.348	2	\$ 96.696
Total en CLP				\$ 5.372.333
Total en \$US				\$ 6.140

ANEXO M: ORDEN DE TRABAJO N° 100191 DEL EQUIPO N° 743



TRANSPORTES CVU

Orden de Trabajo

N°: OT100191
Fecha: 2023-08-04
Calificación:
Costo Total: \$ CLP 0.00

GENERÓ: JAVIER IGNACIO CATALAN PLAZA

RESPONSABLE: CRISTOPHER OSORIO MOLINA

DURACIÓN ESTIMADA: 08:00:00

NOTAS:

ACTIVOS

DESCRIPCIÓN: { 0743 } LFJL14 4X4 MERCEDES UNVI

UBICADO EN Ó ES PARTE DE: // CALAMA/ GEOVITA PMCHS/

CLASIFICACIÓN 1: VARIO 818 COMPA UNVI

TIPO: MINIBUS

CLASIFICACIÓN 2: 2015

PRIORIDAD:

CENTRO DE COSTO: CAL0019S ()

CÓDIGO DE BARRAS:

OBSERVACIONES	DETALLAR TRABAJO REALIZADO	- SE REALIZA PAUTA RODADO DELANTERA Y TRASERA - SE REALIZA CAMBIO YUGO(DIFERENCIALCORONA) DELANTERO EN MAL ESTADO - SE REALIZA MANTENCION FRENOS DELANTEROS Y TRASEROS - CAMBIO DISCOS DE FRENO - CAMBIO DE PASTILLAS - CAMBIO CRUCETA CARDAN DELANTERO
ODOMETRO	INGRESAR KILOMETRAJE	104144

Código	Nombre de repuesto	Valor por pieza	Cantidad	Total
MRH1100096	RODAMIENTO RUEDA TRASERO 4X4 LO916/VARIO818 35-479	\$ 223.356	2	\$ 446.712
MRH0800074	RODAMIENTO AGUJA EJE TRASERO MB / MERCEDES BENZ / A0039816910	\$ 65.559	2	\$ 131.119
MRH1100104	RODAMIENTO MASA RUEDA DELANTERO EXTERIOR S/M VARIO818 33-337/ 33015JR	\$ 48.800	2	\$ 97.599
MRH0800862	RODAMIENTO MASA RUEDA DELANTERO INTERIOR S/M VARIO818 35-165 / 31013 XQ	\$ 33.597	2	\$ 67.194
MRH0800074	RODAMIENTO AGUJA EJE TRASERO MB / MERCEDES BENZ / A0039816910	\$ 65.559	2	\$ 131.119
MRH1000286	JUEGO DE PASTILLAS TRAS/104 ADVANCE 9155 / ADVANCE / LO915/LO916 6884203020	\$ 29.307	1	\$ 29.307
MRH1000049	KIT PASTILLAS FRENO DELANTERO MB / BOSCH / 0986494194	\$ 48.348	1	\$ 48.348
MRH1000130	DISCO DE FRENO TRASERO HTECH UNVI DFUNVID	\$ 125.277	2	\$ 250.554
MRH1000382	DISCO DE FRENO UNVI DELANTERO HTECH UNVI DFUNVID	\$ 54.910	2	\$ 109.820
MRH0800624	TUERCA DE MASA DELANTERA	\$ 14.063	2	\$ 28.126
MRM0600129	TUERCA MASA TRASERA RANURADA	\$ 36.064	2	\$ 72.129
MRH0800324	RETEN MAZA DELANTERA BOTOTO MB / MERCEDES BENZ /	\$ 57.155	2	\$ 114.310
MRH0800125	RETEN MAZA TRAS 95X115X13MM / SABO / 02690 (702)	\$ 2.234	2	\$ 4.467
MRH1100057	RETEN DE EJE DELANTERO MERCEDES BENZ VARIO818 A669	\$ 49.859	2	\$ 99.718
MCH1100035	PERNO DE RUEDA DELANTERA 18X60LO914/916 4332 LO914/9	\$ 1.723	6	\$ 10.338
MRH1100089	GOLILLA PERNO DE RUEDA S/M VARIO818 4225 (702)	\$ 187	24	\$ 4.488
MRH1100097	TUERCA PERNO RUEDA 18X24MM S/M LO916/VARIO818 4157	\$ 535	4	\$ 2.138
MRH0800624	TUERCA DE MASA MERCEDES BENZ VARIO818 A3853510372	\$ 14.063	24	\$ 337.515
MRH0800635	CRUCETA DE CARDAN CR533 DE 42 X106 NEW ALLOY VARIO818 NEW ALLOY	\$ 63.818	1	\$ 63.818
MRH0800675	JUEGO DE REPARACION DIFERENCIAL (PLANETARIO) MERCEDES BENZ VARIO818 A3103500040	\$ 867.751	1	\$ 867.751
Total en CLP				\$ 2.916.569
Total en \$US				\$ 3.333

ANEXO N: ORDEN DE TRABAJO N° 104991 DEL EQUIPO N° 743



TRANSPORTES CVU

Orden de Trabajo

N°: OT104991
Fecha: 2023-09-30
Calificación:
Costo Total: \$ CLP 0.00

GENERÓ: JAVIER IGNACIO CATALAN PLAZA	RESPONSABLE: JOSE IGNACIO FUENTES ARAVENA
DURACIÓN ESTIMADA: 03:00:00	NOTAS:

ACTIVOS

DESCRIPCIÓN: { 0743 } LFJL14 4X4 MERCEDES UNVI
UBICADO EN Ó ES PARTE DE: // CALAMA/ GEOVITA PMCHS/ CLASIFICACIÓN 1: VARIO 818 COMPA UNVI
TIPO: MINIBUS CLASIFICACIÓN 2: 2015
PRIORIDAD: CENTRO DE COSTO: CAL0019S ()
CÓDIGO DE BARRAS:

OBSERVACIONES	Detalle trabajo realizado	- CAMBIO PALIER CORTO DERECHO - SE COLOCA GOLILLA DE AJUSTE MANGUETA IZQ. - SE CAMBIA ACEITE DIFERENCIAL TRASERO Y DELANTERO REVISION RODADO OK
OBSERVACIONES	INGRESAR KILOMETRAJE	106523

Código	Nombre de repuesto	Valor por pieza	Cantidad	Total
MRH0800829	SEMIEJE TRASERO/MB/VARIO818/A6683571101	\$ 417.292	1	\$ 417.292
MRH0800636	ARANDELA DISTANCIADORA MERCEDES BENZ VARIO818 A6693534452	\$ 5.364	2	\$ 10.729
MRM0100023	ACEITE SUPER 15W40 MOBIL DELVAC 1300 / MOBIL / SUPER DELVAC 1300	\$ 3.245	5	\$ 16.225
			Total en CLP	\$ 444.246
			Total en \$US	\$ 508

ANEXO O: ESTADO DE PAGO DE FLOTA ARRENDADA POR GEOVITA
DEL MES DE AGOSTO 2023



ESTADO DE PAGO 016 - SERVICIOS
AGOSTO 2023
CLIENTE: GEOVITA PMCHS

RESUMEN DE SERVICIOS REALIZADOS A GEOVITA PMCHS				DÍAS TRABAJADOS 24 HORAS	VALOR DIARIO (UF)	DÍAS TRABAJADOS 12 HORAS	VALOR DIARIO (UF)	VALOR TOTAL
1	KLP233	UNVI	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	30	17.05	0	11.17	511,60
2	KLP234	UNVI	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	30	17.05	0	11.17	511,60
3	KLP241	UNVI	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	30	17.05	0	11.17	511,60
4	KLP243	UNVI	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	30	17.05	0	11.17	511,60
5	KRVK-11	UNVI	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	30	17.05	0	11.17	511,60
6	KRWX12	UNVI	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	30	17.05	0	11.17	511,60
7	KRWX31	UNVI	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	30	17.05	0	11.17	511,60
8	KVJB69	UNVI	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	30	17.05	0	11.17	511,60
9	KVJB71	UNVI	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	30	17.05	0	11.17	511,60
10	KVJB90	UNVI	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	30	17.05	0	11.17	511,60
11	KVJB94	UNVI	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	0	17.05	30	11.17	335,00
12	KVJB97	UNVI	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	0	17.05	30	11.17	335,00
13	KVJB99	UNVI	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	0	17.05	0	11.17	0,00
14	LCFP33	UNVI	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	0	17.05	0	11.17	0,00
15	LCFP34	UNVI	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	0	17.05	0	11.17	0,00
16	LFJL11	UNVI	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	0	17.05	0	11.17	0,00
17	LFJL14	UNVI	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	0	17.05	0	11.17	0,00
18	LFJL47	UNVI	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	0	17.05	0	11.17	0,00
19	KVJB94	UNVI	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	0	17.05	0	11.17	0,00
20	LLDC80	UNVI	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	0	17.05	0	11.17	0,00
21	LLDC81	UNVI	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	0	17.05	0	11.17	0,00
22	LTFV34	UNVI	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	0	17.05	0	11.17	0,00
23	LTFV37	UNVI	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	0	17.05	0	11.17	0,00
24	SHDT44	BUS	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	30	17.78	0	8.89	533,50
25	LLDC-87	BUS	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	30	17.78	0	8.89	533,50
26	LLDC-75	BUS	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	30	17.78	0	8.89	533,50
27	LXCG54	BUS	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	30	17.78	0	8.89	533,50
28	JDRCS3	BUS	SERVICIO TRANSPORTE PERSONAL AGOSTO 2023	30	17.78	0	8.89	533,50
							SUB TOTAL 1	8453,50

RESUMEN DE CARGAS COMBUSTIBLE APORTADO POR TRANSPORTES CVU			CONTROL COMBUSTIBLE	VALOR CARGAS COMBUSTIBLE	VALOR TOTAL
1		CARGAS COMBUSTIBLE APORTADO POR TRANSPORTES CVU	0	\$ -	-
				SUB TOTAL 2	\$ -

OTROS		CANTIDAD	VALOR	VALOR TOTAL
1	REPUESTOS / MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS	1	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000
			SUB TOTAL 3	\$ 15.000.000

OTROS		CANTIDAD	VALOR	VALOR TOTAL
1	MANTENEDOR EN FAENA (2)	1	120	120
			SUB TOTAL 4	120

VALOR TOTAL NETO UF SUB TOTAL 1	8453,50
VALOR TOTAL NETO UF SUB TOTAL 2	0,00
VALOR TOTAL NETO UF SUB TOTAL 3	\$ 15.000.000
VALOR TOTAL NETO UF SUB TOTAL 4	\$ 120
VALOR UF (25/08/2023)	\$ 36.102
SUB TOTAL 1 (CLP)	\$ 305.191.723
SUB TOTAL 2 (CLP)	-
SUB TOTAL 3 (CLP)	\$ 15.000.000
SUB TOTAL 4 (CLP)	\$ 4.332.289
VALOR TOTAL NETO	\$ 324.524.012
IVA (19%)	
VALOR TOTAL	\$ 324.524.012

PABLO ALBERTO BERNAL MORALES
IDENTIFICACION
ADMINISTRADOR DE CONTRATOS
TRANSPORTES CVU

RESPONSABLE

ANEXO P: ESTIMACIÓN DE COSTOS EN INTERVENCIONES AÑO 2024

CON RCM EN EL MES DE ENERO.

Código	Utilizados en Pauta	Mes: Enero 2024	Costo por pieza	Q	Total
MRH1100096		RODAMIENTO RUEDA TRASERO 4X4 L.O916/VARIO818 35-479	\$ 223.356	2	\$ 446.712
MRH0800074		RODAMIENTO AGUJA EJE TRASERO MB / MERCEDES BENZ / A0039816910	\$ 65.559	2	\$ 131.119
MRH1100104		RODAMIENTO MASA RUEDA DELANTERO EXTERIOR S/M VARIO818 33-337/ 33015JR	\$ 48.800	2	\$ 97.599
MRH0800862		RODAMIENTO MASA RUEDA DELANTERO INTERIOR S/M VARIO818 35-165 / 31013 XQ	\$ 33.597	2	\$ 67.194
MRH1100096		CUBO MASA TRASERA / MERCEDES BENZ / VARIO 818 A6683500035	\$ 223.356	2	\$ 446.712
MRH1100022		MASA DELANTERA MERCEDES BENZ / UNVI-VARIO818/ A6693340601	\$ 742.989	2	\$ 1.485.978
MRH1100026		MBC MUÑON DERECHO DEL (MANGUETA) / MERCEDES BENZ / VARIO 818 A6693320602	\$ 1.078.074	1	\$ 1.078.074
MRH1100058		MBC MUÑON IZQUIERDO DEL (MANGUETA) MERCEDES BENZ VARIO818 A6693320901	\$ 1.217.025	1	\$ 1.217.025
MRH0800132		RETEN MUÑON DEL. 55.6X66X12MM / MERCEDES BENZ / A0199973047	\$ 25.990	2	\$ 51.980
MRH1100079		CASQUILLOS MASA DEL EJE DELANTERO MERCEDES BENZ VARIO818 A3463350038	\$ 49.805	2	\$ 99.610
MRH0800074		RODAMIENTO AGUJA EJE TRASERO MB / MERCEDES BENZ / A0039816910	\$ 65.559	2	\$ 131.119
MRH1000286		JUEGO DE PASTILLAS TRAS/104 ADVANCE 9155 / ADVANCE / L.O915/L.O916 6884203020	\$ 29.307	1	\$ 29.307
MRH1000049		KIT PASTILLAS FRENO DELANTERO MB / BOSCH / 0986494194	\$ 48.348	1	\$ 48.348
MRH1000130		DISCO DE FRENO TRASERO HTECH UNVI DFUNVID	\$ 125.277	2	\$ 250.554
MRH1000382		DISCO DE FRENO UNVI DELANTERO HTECH UNVI DFUNVID	\$ 54.910	2	\$ 109.820
MRH1000391		CALIPER DELANTERO LADO DERECHO	\$ 782.094	1	\$ 782.094
MRH1000392		CALIPER DELANTERO LADO IZQUIERO	\$ 730.413	1	\$ 730.413
MRH1000299		CALIPER TRASERO DERECHO	\$ 850.086	1	\$ 850.086
MRH1000300		CALIPER TRASERO IZQUIERDO	\$ 850.045	1	\$ 850.045
MRH0800624		TUERCA DE MASA DELANTERA	\$ 14.063	2	\$ 28.126
MRM0600129		TUERCA MASA TRASERA RANURADA	\$ 36.064	2	\$ 72.129
MRH0800324		RETEN MAZA DELANTERA BOTOTO MB / MERCEDES BENZ /	\$ 57.155	2	\$ 114.310
MRH0800125		RETEN MAZA TRAS 95X115X13MM / SABO / 02690 (702)	\$ 2.234	2	\$ 4.467
MRH1100057		RETEN DE EJE DELANTERO MERCEDES BENZ VARIO818 A669	\$ 49.859	2	\$ 99.718
MCH1100035		PERNO DE RUEDA DELANTERA 18X60L.O914/916 4332 L.O914/9	\$ 1.723	6	\$ 10.338
MRH1100089		GOLILLA PERNO DE RUEDA S/M VARIO818 4225 (702)	\$ 187	24	\$ 4.488
MRH1100097		TUERCA PERNO RUEDA 18X24MM S/M LO916/VARIO818 4157	\$ 535	4	\$ 2.138
MRH0800624		TUERCA DE MASA MERCEDES BENZ VARIO818 A3853510372	\$ 14.063	24	\$ 337.515
SOT1440321		SERVICIO CAMBIO DE BUJE DE PALIER	\$ 30.000	2	\$ 60.000
SOT1440327		SERVICIO CAMBIO DE CRUCETAS EJE PALIER	\$ 30.000	2	\$ 60.000
SOT1440325		SERVICIO FABRICACION DE BUJES DE PALIER	\$ 100.000	2	\$ 200.000
SOT1440328		SERVICIO REPARACION DE PUNTA DE HILO EJE PALIER	\$ 80.000	2	\$ 160.000
Totales (CLPS)					\$ 9.637.018

ANEXO Q: ESTIMACIÓN DE COSTOS EN INTERVENCIONES AÑO 2024

CON RCM EN EL MES DE MARZO

Código	Utilizados en Pauta	Mes: Marzo 2024	Costo por pieza	Q	Total
MRH1100096		RODAMIENTO RUEDA TRASERO 4X4 LO916/VARIO818 35-479	\$ 223.356	2	\$ 446.712
MRH0800074		RODAMIENTO AGUJA EJE TRASERO MB / MERCEDES BENZ / A0039816910	\$ 65.559	2	\$ 131.119
MRH1100104		RODAMIENTO MASA RUEDA DELANTERO EXTERIOR S/M VARIO818 33-337/ 33015JR	\$ 48.800	2	\$ 97.599
MRH0800862		RODAMIENTO MASA RUEDA DELANTERO INTERIOR S/M VARIO818 35-165 / 31013 XQ	\$ 33.597	2	\$ 67.194
MRH1100096		MASA TRASERA (MBC CUBO) / MERCEDES BENZ / VARIO 818 A6683500035	\$ 223.356	2	\$ 446.712
MRH1100022		MASA DELANTERA/ MERCEDES BENZ / UNVI-VARIO818/ A6693340601	\$ 742.989	2	\$ 1.485.978
MRH1100079		MASA DELANTERA (CASQUILLOS) MERCEDES BENZ VARIO818 A3463350038	\$ 49.805	2	\$ 99.610
MRH1100079		CASQUILLOS MASA DEL EJE DELANTERO MERCEDES BENZ VARIO818 A3463350038	\$ 49.805	2	\$ 99.610
MRH0800074		RODAMIENTO AGUJA EJE TRASERO MB / MERCEDES BENZ / A0039816910	\$ 65.559	2	\$ 131.119
MRH0800624		TUERCA DE MASA DELANTERA	\$ 14.063	2	\$ 28.126
MRM0600129		TUERCA MASA TRASERA RANURADA	\$ 36.064	2	\$ 72.129
MRH0800324		RETEN MAZA DELANTERA BOTOTO MB / MERCEDES BENZ /	\$ 57.155	2	\$ 114.310
MRH0800125		RETEN MAZA TRAS 95X115X13MM / SABO / 02690 (702)	\$ 2.234	2	\$ 4.467
MRH1100057		RETEN DE EJE DELANTERO MERCEDES BENZ VARIO818 A669	\$ 49.859	2	\$ 99.718
MCH1100035		PERNO DE RUEDA DELANTERA 18X60L.O914/916 4332 L.O914/9	\$ 1.723	6	\$ 10.338
MRH1100089		GOLILLA PERNO DE RUEDA S/M VARIO818 4225 (702)	\$ 187	24	\$ 4.488
MRH1100097		TUERCA PERNO RUEDA 18X24MM S/M LO916/VARIO818 4157	\$ 535	4	\$ 2.138
MRH0800624		TUERCA DE MASA MERCEDES BENZ VARIO818 A3853510372	\$ 14.063	24	\$ 337.515
Totales (CLPS)					\$ 3.678.881

ANEXO R: ESTIMACIÓN DE COSTOS EN INTERVENCIONES AÑO 2024

CON RCM EN EL MES DE MAYO.

Código	Utilizados en Pauta	Mes: Mayo 2024	Costo por pieza	Q	Total
MRH1100096		RODAMIENTO RUEDA TRASERO 4X4 LO916/VARIO818 35-479	\$ 223.356	2	\$ 446.712
MRH0800074		RODAMIENTO AGUJA EJE TRASERO MB / MERCEDES BENZ / A0039816910	\$ 65.559	2	\$ 131.119
MRH1100104		RODAMIENTO MASA RUEDA DELANTERO EXTERIOR S/M VARIO818 33-337/ 33015JR	\$ 48.800	2	\$ 97.599
MRH0800862		RODAMIENTO MASA RUEDA DELANTERO INTERIOR S/M VARIO818 35-165 / 31013 XQ	\$ 33.597	2	\$ 67.194
MRH1100079		CASQUILLOS DE MASA DEL EJE DELANTERO / MERCEDES BENZ VARIO818 A3463350038	\$ 49.805	2	\$ 99.610
MRH0800074		RODAMIENTO AGUJA EJE TRASERO MB / MERCEDES BENZ / A0039816910	\$ 65.559	2	\$ 131.119
MRH1000286		JUEGO DE PASTILLAS TRAS/104 ADVANCE 9155 / ADVANCE / L.O915/L.O916 6884203020	\$ 29.307	1	\$ 29.307
MRH1000049		KIT PASTILLAS FRENO DELANTERO MB / BOSCH / 0986494194	\$ 48.348	1	\$ 48.348
MRH0800624		TUERCA DE MASA DELANTERA	\$ 14.063	2	\$ 28.126
MRM0600129		TUERCA MASA TRASERA RANURADA	\$ 36.064	2	\$ 72.129
MRH0800324		RETEN MAZA DELANTERA BOTOTO MB / MERCEDES BENZ /	\$ 57.155	2	\$ 114.310
MRH0800125		RETEN MAZA TRAS 95X115X13MM / SABO / 02690 (702)	\$ 2.234	2	\$ 4.467
MRH1100057		RETEN DE EJE DELANTERO MERCEDES BENZ VARIO818 A669	\$ 49.859	2	\$ 99.718
MCH1100035		PERNO DE RUEDA DELANTERA 18X60L.O914/916 4332 L.O914/9	\$ 1.723	6	\$ 10.338
MRH1100089		GOLILLA PERNO DE RUEDA S/M VARIO818 4225 (702)	\$ 187	24	\$ 4.488
MRH1100097		TUERCA PERNO RUEDA 18X24MM S/M LO916/VARIO818 4157	\$ 535	4	\$ 2.138
MRH0800624		TUERCA DE MASA MERCEDES BENZ VARIO818 A3853510372	\$ 14.063	24	\$ 337.515
Totales (CLPS)					\$ 1.724.236

ANEXO S: ESTIMACIÓN DE COSTOS EN INTERVENCIONES AÑO 2024

CON RCM EN EL MES DE AGOSTO.

Código	Utilizados en Pauta	Mes: Agosto 2024	Costo por pieza	Q	Total
MRH1100096	RODAMIENTO RUEDA TRASERO 4X4 L0916/VARIO818 35-479		\$ 223.356	2	\$ 446.712
MRH0800074	RODAMIENTO AGUJA EJE TRASERO MB / MERCEDES BENZ / A0039816910		\$ 65.559	2	\$ 131.119
MRH1100104	RODAMIENTO MASA RUEDA DELANTERO EXTERIOR S/M VARIO818 33-337/ 33015JR		\$ 48.800	2	\$ 97.599
MRH0800862	RODAMIENTO MASA RUEDA DELANTERO INTERIOR S/M VARIO818 35-165 / 31013 XQ		\$ 33.597	2	\$ 67.194
MRH1100096	MASA TRASERA (MBC CUBO) / MERCEDES BENZ / VARIO 818 A6683500035		\$ 223.356	2	\$ 446.712
MRH1100079	CASQUILLOS DE MASA DEL EJE DELANTERO / MERCEDES BENZ VARIO818 A3463350038		\$ 49.805	2	\$ 99.610
MRH0800074	RODAMIENTO AGUJA EJE TRASERO MB / MERCEDES BENZ / A0039816910		\$ 65.559	2	\$ 131.119
MRH1000391	CALIPER DELANTERO LADO DERECHO		\$ 782.094	1	\$ 782.094
MRH1000392	CALIPER DELANTERO LADO IZQUIERO		\$ 730.413	1	\$ 730.413
MRH1000299	CALIPER TRASERO DERECHO		\$ 850.086	1	\$ 850.086
MRH1000300	CALIPER TRASERO IZQUIERDO		\$ 850.045	1	\$ 850.045
MRH0800624	TUERCA DE MASA DELANTERA		\$ 14.063	2	\$ 28.126
MRM0600129	TUERCA MASA TRASERA RANURADA		\$ 36.064	2	\$ 72.129
MRH0800324	RETEN MAZA DELANTERA BOTOTO MB / MERCEDES BENZ /		\$ 57.155	2	\$ 114.310
MRH0800125	RETEN MAZA TRAS 95X115X13MM / SABO / 02690 (702)		\$ 2.234	2	\$ 4.467
MRH1100057	RETEN DE EJE DELANTERO MERCEDES BENZ VARIO818 A669		\$ 49.859	2	\$ 99.718
MCH1100035	PERNO DE RUEDA DELANTERA 18X60L0914/916 4332 L0914/9		\$ 1.723	6	\$ 10.338
MRH1100089	GOLILLA PERNO DE RUEDA S/M VARIO818 4225 (702)		\$ 187	24	\$ 4.488
MRH1100097	TUERCA PERNO RUEDA 18X24MM S/M L0916/VARIO818 4157		\$ 535	4	\$ 2.138
MRH0800624	TUERCA DE MASA MERCEDES BENZ VARIO818 A3853510372		\$ 14.063	24	\$ 337.515
Totales (CLPS)			\$		5.305.932

ANEXO T: ESTIMACIÓN DE COSTOS EN INTERVENCIONES AÑO 2024

CON RCM EN EL MES DE OCTUBRE.

Código	Utilizados en Pauta	Mes: Octubre 2024	Costo por pieza	Q	Total
MRH1100096	RODAMIENTO RUEDA TRASERO 4X4 L0916/VARIO818 35-479		\$ 223.356	2	\$ 446.712
MRH0800074	RODAMIENTO AGUJA EJE TRASERO MB / MERCEDES BENZ / A0039816910		\$ 65.559	2	\$ 131.119
MRH1100104	RODAMIENTO MASA RUEDA DELANTERO EXTERIOR S/M VARIO818 33-337/ 33015JR		\$ 48.800	2	\$ 97.599
MRH0800862	RODAMIENTO MASA RUEDA DELANTERO INTERIOR S/M VARIO818 35-165 / 31013 XQ		\$ 33.597	2	\$ 67.194
MRH1100096	MASA TRASERA (MBC CUBO) / MERCEDES BENZ / VARIO 818 A6683500035		\$ 223.356	2	\$ 446.712
MRH1100079	CASQUILLOS DE MASA DEL EJE DELANTERO / MERCEDES BENZ VARIO818 A3463350038		\$ 49.805	2	\$ 99.610
MRH0800074	RODAMIENTO AGUJA EJE TRASERO MB / MERCEDES BENZ / A0039816910		\$ 65.559	2	\$ 131.119
MRH1000286	JUEGO DE PASTILLAS TRAS/104 ADVANCE 9155 / ADVANCE / L0915/L0916 6884203020		\$ 29.307	1	\$ 29.307
MRH1000049	KIT PASTILLAS FRENO DELANTERO MB / BOSCH / 0986494194		\$ 48.348	1	\$ 48.348
MRH0800624	TUERCA DE MASA DELANTERA		\$ 14.063	2	\$ 28.126
MRM0600129	TUERCA MASA TRASERA RANURADA		\$ 36.064	2	\$ 72.129
MRH0800324	RETEN MAZA DELANTERA BOTOTO MB / MERCEDES BENZ /		\$ 57.155	2	\$ 114.310
MRH0800125	RETEN MAZA TRAS 95X115X13MM / SABO / 02690 (702)		\$ 2.234	2	\$ 4.467
MRH1100057	RETEN DE EJE DELANTERO MERCEDES BENZ VARIO818 A669		\$ 49.859	2	\$ 99.718
MCH1100035	PERNO DE RUEDA DELANTERA 18X60L0914/916 4332 L0914/9		\$ 1.723	6	\$ 10.338
MRH1100089	GOLILLA PERNO DE RUEDA S/M VARIO818 4225 (702)		\$ 187	24	\$ 4.488
MRH1100097	TUERCA PERNO RUEDA 18X24MM S/M L0916/VARIO818 4157		\$ 535	4	\$ 2.138
MRH0800624	TUERCA DE MASA MERCEDES BENZ VARIO818 A3853510372		\$ 14.063	24	\$ 337.515
Totales (CLPS)			\$		2.170.948

ANEXO U: ESTIMACIÓN DE COSTOS EN INTERVENCIONES AÑO 2024

CON RCM EN EL MES DE ENERO 2025.

Código	Utilizados en Pauta	Mes: Enero 2025	Costo por pieza	Q	Total
MRH1100096	RODAMIENTO RUEDA TRASERO 4X4 L0916/VARIO818 35-479		\$ 223.356	2	\$ 446.712
MRH0800074	RODAMIENTO AGUJA EJE TRASERO MB / MERCEDES BENZ / A0039816910		\$ 65.559	2	\$ 131.119
MRH1100104	RODAMIENTO MASA RUEDA DELANTERO EXTERIOR S/M VARIO818 33-337/ 33015JR		\$ 48.800	2	\$ 97.599
MRH0800862	RODAMIENTO MASA RUEDA DELANTERO INTERIOR S/M VARIO818 35-165 / 31013 XQ		\$ 33.597	2	\$ 67.194
MRH1100096	MASA TRASERA (MBC CUBO) / MERCEDES BENZ / VARIO 818 A6683500035		\$ 223.356	2	\$ 446.712
MRH1100079	CASQUILLOS DE MASA DEL EJE DELANTERO / MERCEDES BENZ VARIO818 A3463350038		\$ 49.805	2	\$ 99.610
MRH0800074	RODAMIENTO AGUJA EJE TRASERO MB / MERCEDES BENZ / A0039816910		\$ 65.559	2	\$ 131.119
MRH1000286	JUEGO DE PASTILLAS TRAS/104 ADVANCE 9155 / ADVANCE / L0915/L0916 6884203020		\$ 29.307	1	\$ 29.307
MRH1000049	KIT PASTILLAS FRENO DELANTERO MB / BOSCH / 0986494194		\$ 48.348	1	\$ 48.348
MRH0800624	TUERCA DE MASA DELANTERA		\$ 14.063	2	\$ 28.126
MRM0600129	TUERCA MASA TRASERA RANURADA		\$ 36.064	2	\$ 72.129
MRH0800324	RETEN MAZA DELANTERA BOTOTO MB / MERCEDES BENZ /		\$ 57.155	2	\$ 114.310
MRH0800125	RETEN MAZA TRAS 95X115X13MM / SABO / 02690 (702)		\$ 2.234	2	\$ 4.467
MRH1100057	RETEN DE EJE DELANTERO MERCEDES BENZ VARIO818 A669		\$ 49.859	2	\$ 99.718
MCH1100035	PERNO DE RUEDA DELANTERA 18X60L0914/916 4332 L0914/9		\$ 1.723	6	\$ 10.338
MRH1100089	GOLILLA PERNO DE RUEDA S/M VARIO818 4225 (702)		\$ 187	24	\$ 4.488
MRH1100097	TUERCA PERNO RUEDA 18X24MM S/M L0916/VARIO818 4157		\$ 535	4	\$ 2.138
MRH0800624	TUERCA DE MASA MERCEDES BENZ VARIO818 A3853510372		\$ 14.063	24	\$ 337.515
Totales (CLPS)			\$		2.170.948

ANEXO V: PROGRAMA DEL MODELO RCM PROPUESTO PARA LA FLOTA

DE MINIBUSES

Dólar 30/12/23	\$	875	Vehículo N°743 modelo propuesto año 2024 (con RCM)			
km/manantt.	Días acumulados aprox	Fecha estimada de intervención	Actividad	Costo por intervención	Km real	
0	0	01-ene	Pauta Rodado	\$ 11.013,73	106.523	
3000	22	15-ene	Chequeo de Rodado	\$ -	109.523	
		15-ene	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-	
		20-ene	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-	
		01-feb	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-	
		12-feb	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-	
		15-feb	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-	
6000	44	15-feb	Chequeo de Rodado	\$ -	112.523	
		01-mar	Medición de Alabeo 3-A-2	\$ 25,90	-	
		01-mar	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-	
9000	66	01-mar	Chequeo de Rodado	\$ -	115.523	
		04-mar	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-	
		15-mar	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-	
10000	73	15-mar	Pauta Rodado	\$ 4.204,44	125.523	
		24-mar	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-	
		01-abr	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-	
		01-abr	Alineación y Balanceo 1-A-1	\$ 60,90	-	
12000	88	07-abr	Chequeo de Rodado	\$ -	128.523	
		14-abr	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-	
		15-abr	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-	
15000	109	20-abr	Chequeo de Rodado	\$ -	131.523	
		01-may	Medición de Alabeo 3-A-2	\$ 25,90	-	
		01-may	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-	
		05-may	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-	
18000	131	15-may	Chequeo de Rodado	\$ -	134.523	
		15-may	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-	
		26-may	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-	
20000	146	30-may	Pauta Rodado	\$ 1.970,56	144.523	
		01-jun	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-	
-	-	jun	Inst. discos rect. 3-A-2	\$ 8,85	-	
21000	153	10-jun	Chequeo de Rodado	\$ -	147.523	
		15-jun	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-	
		16-jun	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-	
24000	175	30-jun	Chequeo de Rodado	\$ -	150.523	
		01-jul	Alineación y Balanceo 1-A-1	\$ 60,90	-	
		01-jul	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-	
		01-jul	Medición de Alabeo 3-A-2	\$ 25,90	-	
		07-jul	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-	
27000	197	15-jul	Chequeo de Rodado	\$ -	153.523	
		15-jul	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-	
		28-jul	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-	
		01-ago	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-	
30000	219	03-ago	Pauta Rodado	\$ 6.063,92	163.523	
		15-ago	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-	
		18-ago	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-	
		01-sept	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-	
		01-sept	Medición de Alabeo 3-A-2	\$ 25,90	-	
		08-sept	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-	
33000	241	09-sept	Chequeo de Rodado	\$ -	166.523	
		15-sept	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-	
36000	263	29-sept	Chequeo de Rodado	\$ -	169.523	
		29-sept	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-	
		01-oct	Alineación y Balanceo 1-A-1	\$ 60,90	-	
		01-oct	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-	
39000	285	15-oct	Chequeo de Rodado	\$ -	172.523	
		15-oct	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-	
		20-oct	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-	
40000	292	30-oct	Pauta Rodado	\$ 2.481,08	182.523	
		01-nov	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-	
		01-nov	Medición de Alabeo 3-A-2	\$ 25,90	-	
		10-nov	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-	
42000	307	15-nov	Chequeo de Rodado	\$ -	185.523	
		15-nov	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-	
45000	328	30-nov	Chequeo de Rodado	\$ -	188.523	
		01-dic	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-	
		01-dic	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-	
-	-	dic	Inst. discos rect. 3-A-2	\$ 8,85	-	
		15-dic	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-	
48000	350	20-dic	Chequeo de Rodado	\$ -	191.523	
		22-dic	Insp. Vis - Rev. lubricación 1-A-1	\$ 37,37	-	
		30-dic	Insp. Visual 3-A-2	\$ 11,47	-	
		30-dic	Medición de Alabeo 3-A-2	\$ 25,90	-	
		30-dic	Alineación y Balanceo 1-A-1	\$ 60,90	-	
50000	365	01-ene	Pauta Rodado	\$ 2.481,08	201.523	
Costo Chequeos y Pautas de Rodado por vehículo (SUS) \$					28.214,82	
Costo de Actividades RCM por vehículo (SUS) \$					1.327,27	
Total Costo intervención por vehículo (SUS) \$					29.542,08	

ANEXO W: PLANILLA ESTANDARIZADA PARA PALIERES TRASEROS Y DELANTEROS

Mantenimiento Preventivo a Palieres traseros y delanteros							
Modo de falla	Corte de palieres traseros y/o delanteros			Aplica a flota UNVI	659, 660, 665, 667, 669, 670, 681, 704, 706, 719, 722, 725, 727, 739, 740, 742, 743, 766, 831, 832, 833, 856, 859.		
Código	1-A-1						
Fecha							
Duración Insp.	3 horas				Hora inicio/término		
Duración alineamiento/balanceo	2 horas	¿Requiere?		Responsable			
Equipo		km		Personas	1	OT asociada	
Objetivo							
Inspeccionar regularmente el estado de los palieres de los ejes motrices, identificando posibles señales de desgaste, deterioro o falta de lubricación, evitando cortes repentinos y fallos que comprometan la seguridad y operatividad del vehículo.							
Advertencias de seguridad							
Realizar ART identificando los riesgos y sus controles				Cumplir con procedimiento de trabajo			
Utilizar EPP adecuados para el trabajo				Bloqueo de equipo			
Delimitar área de trabajo							
Actividades		Frecuencia		Cantidad de Mantenimientos 2024			
Inspección visual.		Cada 3 semanas		17			
Revisión del estado de amortiguadores, resortes y componentes de la suspensión.		Cada 3 semanas		17			
Lubricación de puntos clave.		Cada 3 semanas		17			
Alineación y Balanceo de ruedas.		Cada 3 meses		4			
Herramientas y EPP necesarios							
Gata hidráulico	Soporte de seguridad para sostener vehículo			Guantes de trabajo			
Lubricante multiuso	Pistola aplicadora de grasa			Gafas o antiparras			
Llave de ruedas	Wipes o trapos			Guantes de trabajo			
Llave de torque	Contrapesos para ruedas						
Linterna	Cinta métrica						
Procedimiento de Inspección visual							
1. Levantar vehículo de forma segura con una gata hidráulica y situar los soportes de seguridad para sostener el vehículo. 2. Observar si existen grietas, roturas, dobleces o señales de corrosión en los palieres. También revisar los fuelles o guardapolvos de goma que cubren las juntas de los palieres, verificar si existen roturas, grietas o fugas de grasa en estas áreas. 3. Girar las ruedas de forma manual y observar si hay algún ruido anormal, crujidos o sensación de juego excesivo, holguras en los palieres 4. Verificar la firmeza de los pernos y tuercas que sujetan los pelieres a los componentes del tren, puede comprobarse realizando golpes suaves en los palieres con un martillo de goma para detectar ruidos anormales que podrían indicar daños.				Comentarios			
Procedimiento de Revisión de amortiguadores, resortes y componentes de suspensión.							
1. Elevar vehículo y revisar visualmente los amortiguadores en búsqueda de fugas de aceite, daños en las cubiertas y monturas sueltas. 2. Verificar resortes buscando fracturas, deformaciones o signos de corrosión 3. Inspeccionar bujes, brazo de suspensión y componentes de dirección en busca de desgaste o daños. 4. Realizar pruebas de rebote, presionando y liberando repetidamente cada esquina del vehículo para evaluar la respuesta del amortiguador. Debe absorber los rebotes sin oscilaciones excesivas. 5. Medir la altura desde el suelo hasta el borde superior de cada rueda para asegurarte de que sea uniforme en ambos lados del vehículo.				Comentarios			
Procedimiento de Lubricación							
1. Elevar vehículo y colocar soportes de seguridad debajo del chasis para sostener el vehículo. 2. Utilizar un trapo para limpiar cualquier suciedad, grasa vieja o residuos alrededor de los puntos de acceso a los palieres. 3. Con la pistola aplicadora de grasa, introducir cuidadosamente la boquilla de la pistola en los puntos de lubricación de los palieres. 4. Aplicar grasa a los rodamientos del palier, siguiendo la recomendación del fabricante. Se requiere una cantidad específica por cada palier. 5. Retirar los soportes de seguridad y bajar el minibus lentamente con la gata hidráulica.				Comentarios			
Procedimiento de Alineamiento y balanceo							
1. Verificar el estado de las llantas en busca de desgaste irregular, daños o protuberancias. 2. Revisar la presión de los neumáticos, y ajustar según las especificaciones del neumático. 3. Para alineación, ubicar los cabezales en las ruedas delanteras y traseras. Ajustar la alineación, considerando la convergencia y divergencia, el ángulo de inclinación y ángulo de avance. 4. Para el balanceo, colocar los contrapesos en las llantas según lo que indique la balanceadora para lograr un equilibrio adecuado y corregir los desequilibrios de las ruedas. 5. Inspeccionar visualmente qu elos contrapesos estén firmemente adheridos a las llantas y no presenten riesgo de desprendimiento. 6. Medir la presión de las llantas nuevamente y ajustar si es necesario.				Comentarios			

ANEXO X: PLANILLA ESTANDARIZADA PARA DISCOS DE FRENO

Mantenimiento Preventivo a Discos de Frenos						
Modo de falla	Discos de freno desgastados.			Aplica a flota UNVI	659, 660, 665, 667, 669, 670, 681, 704, 706, 719, 722, 725, 727, 739, 740, 742, 743, 766, 831, 832, 833, 856, 859.	
Código	3-A-2					
Fecha						
Duración Insp.	1 hora			Hora inicio/término		
Duración Medición de Alabeo	2 horas	¿Requiere?		Responsable		
		km		Personas	1 -- 2	OT asociada
Objetivo						
Registrar de manera detallada el estado de desgaste de cada disco, con la finalidad de garantizar la seguridad y el rendimiento del sistema de frenos y tomar desiciones informadas sobre el momento adecuado para su recambio o rectificado con el fin de minimizar los riesgos de falla.						
Advertencias de seguridad						
Realizar ART identificando los riesgos y sus controles				Cumplir con procedimiento de trabajo		
Utilizar EPP adecuados para el trabajo				Bloqueo de equipo		
Delimitar area de trabajo						
Frecuencia						
Inspección Visual				Cada 2 semanas		
Mediciones de Alabeo				Cada 2 meses		
Herramientas y EPP necesarios						
Comparador de carátula	Gafas o antiparras					
Llave de ruedas	Guantes de trabajo					
Llave de torque						
Wipes o trapos						
Linterna						
Procedimiento de Inspección visual						
1. Delimitar la zona de trabajo con conos de seguridad 2. Desmontar las ruedas para acceder a los discos de freno 3. Inspeccionar visualmente la superficie de los discos en busca de desgaste excesivo, grietas o irregularidades. 4. Verificar si el espesor del disco se encuentra dentro del marcaje límite aceptable que trae de fábrica 5. Limpiar los discos de freno con un paño limpio y, si es necesario, utiliziar u limpieador específico para eliminar suciedad o residuos. 6. Registrar el estado visual de los discos, el espesor y cualquier observacion relevante.				Comentarios		
Procedimiento de Mediciones de alabeo						
1. Delimitar la zona de trabajo con conos de seguridad 2. Realizar soltura inicial de pernos de rueda, para luego utilizar gata hidráulica para sostener el vehículo en el aire. luego utilizar la llave de ruedas para desmontar por completo la rueda y acceder al sistema de frenos. 3. Retirar el caliper de freno. 4. Retirar el disco de freno. 5. Lijar con lija fina el cubo de la rueda para evitar cualquier impureza que comprometa la medición. 6. Usar el comparador de carátula para medir el alabeo del cubo de la rueda. La oscilación máxima del cubo de la rueda debe ser de 0,05 mm. Si existe más desviación es necesario evaluar el recambio de rodamientos 7. Instalar disco de freno, utilizando llave de torque, para luego realizar la medición de alabeo. Usar el comparador de carátula para medir el alabeo de los discos de freno. La oscilación máxima permitida de los discos debe ser de 0,07 mm. Si existe más desviación es necesario evaluar el rectificado del disco y cambio de las pastillas de frenos. 8. Registrar los resultados de las mediciones y cualquier acción realizada en comentarios de la planilla. 9. Una vez finalizada las mediciones, determinar con jefe de taller si requiere rectificado de disco o bien el recambio de un disco de freno nuevo en el caso que el disco esté demasiado desgastado. 10. Tomada la desición de rectificado o cambio del disco de freno, volver a instalar componentes como caliper y pernería torqueada con llave de par.				Comentarios		

ANEXO Y: INFORMACIÓN DE CONTACTO OPCIÓN DE VEHÍCULO
ATEGO 927 4X4 28+1 BUSSTAR

25/2/24, 21:56

Gmail - Info de bus Atego 927 4x4 28+1 carrocería BUSSTAR (Grupo Kaufmann)



Pablo Ovando <pablo.ovando.perez@gmail.com>

Info de bus Atego 927 4x4 28+1 carrocería BUSSTAR (Grupo Kaufmann)

1 mensaje

Felipe Jaque Gaete [Norte Grande] <fjaque@kaufmann.cl>

Para: "pablo.ovando.perez@gmail.com" <pablo.ovando.perez@gmail.com>

Cc: Alvaro Flores <aflores@kaufmann.cl>

14 de diciembre de 2023, 11:29

Estimado Pablo, buenas tardes.

Respecto a lo conversado, te comparto información concreta respecto a este Bus que ya tenemos en proceso de producción en fábrica.

NEW BUS Mercedes-Benz OPTIMUSS con carrocería BUSSTAR 28+1
Chasis Atego 927 AF 4X4 Euro VI (Origen alemán)
Motor OM936 / 6 cil. en línea / 7,7 litros / 272 CV / 1100 Nm
Freno de motor tipo Jacobs de alta eficiencia
Caja de cambios Mercedes Benz automatizada G 90-6/6 / 70-0,73
Llantas 7.50 x 22.5
Frenos de tambor en eje delantero y trasero
Freno ABS
Capacidad 28+1

Precio estimado para comercializar: US\$ 190.000 + IVA

Otros detalles:

- Este chasis fue originalmente pensado para vehículos de emergencia. (Ej: Bomberos)
- En este momento el equipo está en producción y tenemos fecha de llegada de la primera unidad para el mes de Enero 2024 a Chile
- La carrocería BUSSTAR viene de la misma procedencia de las carrocerías BUSSCAR, y **en este producto vamos a hacernos cargo de la post venta tanto del chasis como de la carrocería en Chile**

Mas abajo les envío una imagen del modelo de carrocería y sus medidas generales.
La próxima se hará un viaje a fábrica justamente como seguimiento a este nuevo proyecto, donde podremos contar con más detalles del modelo y carrocería en si.

En adjunto también les envío el catálogo técnico con más detalles del chasis Mercedes Benz.
Pongo también en copia a Don Alvaro Flores de sucursal Placilla, quien lleva por años la atención de CVU para estar comunicados ante cualquier otra duda.

Sigamos comunicados!!

ANEXO Z: FICHA TÉCNICA VEHÍCULO ATEGO 927 4X4 28+1 BUSSTAR



Mercedes-Benz
Trucks you can trust

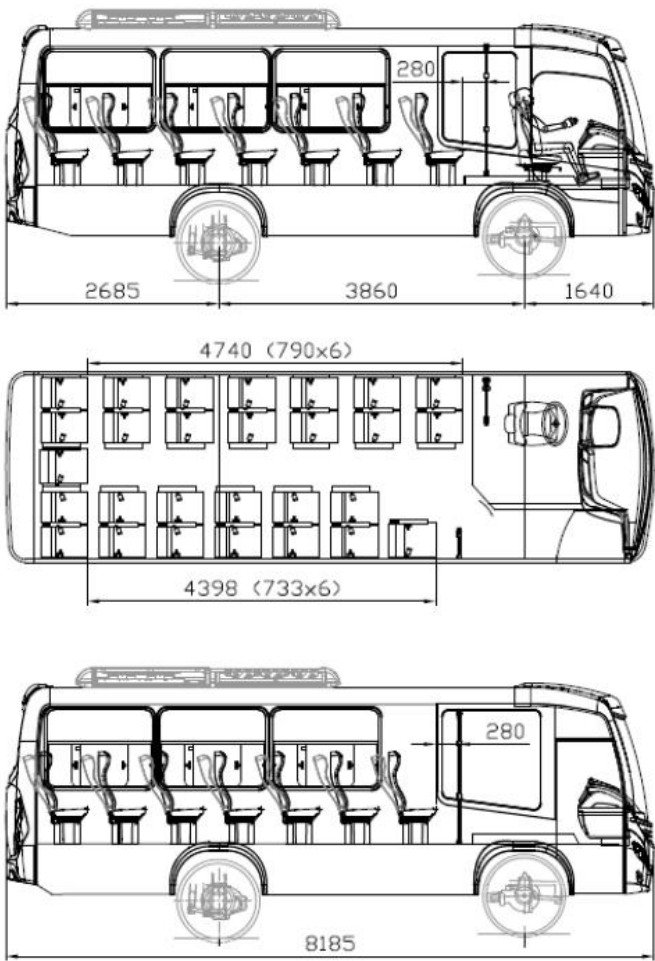
NEW BUS Mercedes-Benz Atego OPTIMUSS 927 AF 4X4





Mercedes-Benz
Trucks you can trust

LAYOUT





Mercedes-Benz
Trucks you can trust

MOTOR

M2C	Motor OM936, 6L, 7,7 l, 200 kW, (272 CV), 1100 Nm
M4X	Norma euro VI
M8Y	Filtro previo combustible solidario chasis, adicional
M5V	High Performance Engine Brake

Embrague & caja de cambios

G1D	Cambio G 90-6/6,70-0,73
G4I	Caja transferencia VG 1000-3W/1,61-0,98 acoplable
G5G	Mercedes PowerShift (Automatizada)
G0K	Programa de conducción Economy/Power

Ejes & suspensión

A1P	Eje delantero 4,7 t
A1W	Bloqueo diferencial eje delantero
A2L	Eje trasero, corona 390, hipnoide, 11,0 t
A2Z	Bloqueo diferencial eje trasero
A6I	Desmultiplicación del eje i = 5,222
Q1H	Ballestas delanteras 5,7 t, parabólicas
Q2E	Ballestas traseras 7,1 t, parabólicas
C6Y	Estabilizador bajo bastidor, eje trasero



Ruedas & neumáticos

R1M	Llantas base inclinada 7.50 x 22.5
R8F	Soporte para rueda de repuesto, provisional
R8P	Rueda de repuesto/llanta de repuesto
1.A.	008K26 75 2x 10 R 22,5 Perfil mixto el eje Bridgestone M 840
2.A.	008K26 75 4x 10 R 22,5 Perfil mixto el eje Bridgestone M 840
	008K26 75 1x 10 R 22,5 Perfil mixto el eje Bridgestone M 840

Bastidor y componentes adosados

C6B	Dirección ZF 8095
K0F	Deposito de plástico 130 l, bomberos
K3R	Deposito de AdBlue 8 l

Sistema de frenos

B2B	Frenos de tambor en eje delantero y trasero
B1Y	Freno ABS
B1Z	ABS desconectable
B1C	Unidad electrónica proces. aire comprimido, baja
B1F	Calefacción de unidad electrónica aire comprimido
B4A	Supervisión agua condensación aire comprimido
E4B	Interfaz, sistema de gestión de flotas FMS



Mercedes-Benz
Trucks you can trust

J3N	FleetBoard Eco Support
J9H	Preequipo radiocomunicación 12 V
E3B	Conexión 12 V/15 A, consumidores adicionales
E3F	Toma corriente adicional 12 V/15 A en el frontal
E2J	Fusibles automáticos
D6Y	Filtro para polen
D7L	Portaobjetos sobre parabrisas con 1 compartimento
Sistema eléctrico / sistema electrónico	
E1E	Baterías, 2 x 12 V/100 Ah, exento de mantenimiento
E1N	Alternador 28 V/100 A
E3W	PSM 2a generación
S5D	Limitador velocidad, 100 km/h
S5Z	Tempomat (Control Crucero)