



**Optimización del servicio de mantenimiento aplicando metodología Kaizen para la
empresa Kenworth de la montaña en la ciudad de Bogotá**

Jorge Andres Chaparro Velandia

Código 10451227791

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Mecánica

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Bogotá, Colombia

2023

**Optimización del servicio de mantenimiento aplicando metodología kaizen para la
empresa Kenworth de la montaña en la ciudad de Bogotá**

Jorge Andres Chaparro Velandia

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Mecánico

Director (a):

Ingeniero Juan Carlos Monroy

Línea de Investigación:

Metodología Kaizen

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Mecánica

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Bogotá, Colombia

2023

NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado optimización del servicio de mantenimiento aplicando metodología Kaizen para la empresa Kenworth de la montaña en la ciudad de Bogotá , Cumple con los requisitos para optar Al título de Ingeniero Mecánico.

Firma del Tutor

Firma Jurado

Firma Jurado

Bogotá, 18 octubre 2023

Contenido

Pág.

Resumen.....	1
Abstract	2
Introducción y objetivos.....	3
1. KAIZEN	8
1.1 Seiri	8
1.2 Seiton	9
1.3 Seiso.....	11
1.4 Seiketsu	11
1.5 Shitsuke.....	12
2. CONCESIONARIO	16
2.1 Taller de mecánica	17
2.2 Taller de Colisión.....	17
2.3 Bodega	18
2.4 Oficinas	18
2.5 Taller Lubexpress.....	18
3. TALLER LUBEXPRESS	19
3.1 Cárcamos.....	20
3.2 Pistolas dispensación	21
3.3 Bodega filtros.....	22
3.4 Perfiles técnicos de operarios del Lubexpress	23
3.4.2 Conocimientos y experiencia.....	25
4. APLICACIÓN KAIZEN A LUBEXPRESS	26
4.1 Implementación.....	26
4.1.1 Diagnosticar el estado actual de los equipos de manera cualitativa e identificar cuáles son las actividades de mantenimiento a seguir para revisar si algún equipo se puede utilizar en el nuevo centro de lubricación.	27

4.1.2	Escoger el diseño más adecuado para el funcionamiento de este centro de lubricación teniendo en cuenta el espacio con el que se cuenta, la facilidad para el ingreso y salida de los vehículos.	27
4.1.3	Una vez se selecciona el espacio, se procede a cotizar con varios proveedores el sistema que más se adapte a las necesidades ya nombradas en este documento.	27
4.1.4	Se procede a seleccionar proveedor ya con el área construida para hacer pruebas de integración con el sistema actual de la empresa que es SPIGA+	27
4.1.5	Establecer la matriz DOFA para analizar las debilidades y fortalezas que tiene la empresa dentro del proceso, establecer las actividades de mantenimiento próximas a realizar.....	27
4.1.6	Verificar y concluir los resultados de los problemas o fallos que se presentan constantemente en los equipos, analizar factores de confiabilidad, disponibilidad y demás indicadores fundamentales para el mantenimiento, al ser equipos nuevos la garantía es de un año y los costos de mantenimiento durante la implementación no se tendrán en cuenta.....	27
4.1.7	Ejecutar y establecer cronogramas con instrucciones técnicas de mantenimiento de los equipos y programar para cada uno de los equipos.	28
4.2	Bombas de succión de aceite	29
4.3	Bahías cambio aceite.....	30
4.4	Carros de succión de aceite usado	31
4.5	Pistolas suministro aceite.....	33
4.6	Bodega de filtros.....	34
5.	ESTRATEGIA AL IMPLEMENTAR KAIZEN.....	35
5.1	Instrucciones técnicas mecánicas, eléctricas y de lubricación.....	46
5.2	Instrucciones técnicas por equipo.	48
5.3	Registro semanal de fallas.	50
5.4	Solicitud de trabajo.	52
5.5	Resultados obtenidos	54
6.	Conclusiones.....	60
7.	ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.
	Anexo 1 pistola suministro	64
	Anexo 2. Carro de succión de aceite usado.....	65
	Anexo 3 Carrete suministro aceite	66
8.	Manual de servicio	68

9. Referencias Bibliográficas	63
--	-----------

Lista de Figuras

Figura 1. Metodología Kaizen.	5
Figura 1.1 Implementación de la estandarización	11
Figura 2.1. plano instalaciones Kenworth de la Montaña	16
Figura 3.1 Instalación terminada	19
Figura 3.2 Cárcamos de fácil ingreso y salida.....	20
Figura 3.3 Pistola dispensación	22
Figura 3.4 Bodega Lubexpress	23
Figura 4.1 comparativo antes y después de implementación bombas de succión.....	29
Figura 4.2 comparativo antes y después bahías para ejecutar mantenimientos de uso	31
Figura 4.3 Comparativo de los carros de succión.....	32
Figura 4.4 Suministro de aceite comparativo.....	33
Figura 4.5 Comparativo de las bodegas.....	34
Figura 5.1 Comparativo de facturación antes y después de línea base aplicando Kaizen	54

Lista de tablas

Tabla 1 Estructura de necesidades.....	13
Tabla 2. Diagnóstico de equipos	15
Tabla 3 Hallazgos.....	28
Tabla 4 Mantenimiento equipos	35
Tabla 5 Factor frecuencia	37
Tabla 6 Impacto operacional:.....	38
Tabla 7. Flexibilidad operacional.....	38
Tabla 10 Matriz de frecuencia.....	40
Tabla 11 matriz criticidad.....	41

Lista de Símbolos y Abreviaturas

Símbolos con letras latinas

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
A	Área	m^2	$\iint dx dy$
A_{BET}	Área interna del sólido	$\frac{m^2}{g}$	ver DIN ISO 9277
A_g	Área transversal de la fase gaseosa	m^2	Ec. 3.2
A_s	Área transversal de la carga a granel	m^2	Ec. 3.6
A	Coefficiente	1	Tabla 3-1

Subíndices

Superíndices

Superíndice	Término
-------------	---------

n	Exponente, potencia
---	---------------------

Abreviaturas

Abreviatura Término

Ctn cotización

Mtto

mantenimiento

(Dedicatoria)

*Dedicado a mis hijos que han sabido esperar
pacientemente y comprender que las metas de
un miembro de la familia son las metas y sueños
de todos, que todo trabajo con esfuerzo y
dedicación genera grandes resultados.*

A mis padres

*Cualquiera que deje de aprender es viejo, ya sea
a los veinte u ochenta. Cualquiera persona que
sigue aprendiendo se mantiene joven.*

Henry Ford.

1. Resumen

El presente proyecto se documentó con el fin de implementar metodología kaizen en una empresa de vehículos pesados para demostrar se puede mejorar y facilitar el modo de trabajo en una sesión de su taller, la cual se dedica a realizar mantenimiento preventivo a vehículos de carga pesada, para ello recolectamos información importante como las herramientas que se utilizan, el tiempo empleado en cada rutina, el espacio del concesionario y el personal que la realiza. Para identificar tiempos de operación, ingresos al concesionario por día, mensual, trimestral y anual, se crea un Pareto para demostrar que se realiza una inversión importante que se paga a un término de 3 años dando al concesionario mayor ingresos, sistematización de los procesos, ampliación del personal técnico y por ende incremento en sus ingresos, el concesionario cuenta con el espacio para el desarrollo del mismo se habilitan 4 cárcamos con profundidad de 1.3mts, carro de depósito drenado aceite, sistema neumático y automatizado para suministro o dispensación de aceite un cuarto de control para dispensar aceite y depósito de filtros de alta rotación para disminuir tiempos de desplazamiento a la bodega principal, hoy el sistema en funcionamiento paso de tener 80 ingresos mensuales, facturar \$90.000.000 a 280 ingresos en el mes y facturación de 300.000.000 mensuales, lo cual permite tener marcas autorizadas de aceite como lo son Mobil, Chevron, Daf, kenworth, para brindar mayor seguridad al consumidor final y garantizar la calidad del servicio prestado y ejecutado en la rutina.

Palabras clave: Kaizen, mantenimiento, cárcamo, sistematización, servicio, Pareto

2. Abstract

This project was documented in order to implement kaizen methodology in a heavy vehicle company to demonstrate that the way of working can be improved and facilitated in a workshop session, which is dedicated to performing preventive maintenance on heavy-duty vehicles, To do this, we collect important information such as the tools used, the time spent in each routine, the dealership space, and the personnel who perform it. To identify operating times, income to the dealer per day, monthly, quarterly and annually, a Pareto is created to demonstrate that an important investment is made that is paid in a term of 3 years, giving the dealer greater income, systematization of the processes, expansion of technical staff and therefore increase in income, the dealership has the space for its development, 4 wells with a depth of 1.3mts, oil drained tank truck, pneumatic and automated system for oil supply or dispensing are enabled, a control room to dispense oil and deposit of high rotation filters to reduce travel times to the main warehouse, today the system in operation went from having 80 monthly income, billing \$90,000,000 to 280 income in the month and billing of 300,000. 000 monthly, which allows us to have authorized oil brands such as Mobil, Chevron, Daf, Kenworth, to provide greater security to the end consumer and guarantee the quality of the service provided and executed in the routine.

Keywords: Kaizen, maintenance, garage, systematization, service, Pareto

3. Introducción y objetivos

El transporte de mercancías en Colombia juega un papel crucial en la economía del país, y como aspirante al título de ingeniero mecánico, analizando la situación del país y el campo donde el suscrito se desempeña laboralmente en la actualidad, se identifica la necesidad de atender los vehículos en sus mantenimientos en uso, actualmente se realizan varios tipos de mantenimiento para cualquier tipología de vehículos o equipo industrial; rutinas de mantenimiento preventivo, rutinas de mantenimiento predictivo, rutinas mantenimiento en uso, mantenimiento overhaul y rutinas de mantenimiento correctivo, este proyecto busca optimizar recursos, tiempo y mejora continua en el mantenimiento en uso [1].

La rutina de mantenimiento en uso como su nombre lo indica busca realizar actividades básicas las cuales permitan el adecuado funcionamiento del vehículo y permitan que siempre se mantenga operativo, para este documento se define como rutina mantenimiento en uso; cambio de aceite y filtros, revisión concentración de refrigerante, revisión fugas de cualquier fluido, engrase juntas, ejes, crucetas, brazos dirección y cualquier parte mecánica que genere movimiento, nivel de aceite transmisión y diferenciales, dado a los grandes avances científicos y en busca de montar un laboratorio de análisis de muestras de aceite, la tribología en los diferentes partes mecánicas que tiene un vehículo de carga pesada por esta razón se busca implementar a futuro este análisis, se debe tener claro tipo de aceite, materiales de las partes móviles, temperatura que alcanza en frío y a máximo torque, calidad del aceite para poder extender el periodo de cambio de aceite [2].

Se plantea una línea base con las condiciones actuales del concesionario donde tenemos en cuenta factores como; espacio en el taller, herramientas asignadas, personal, despacho de insumos (aceite, filtros, refrigerante, grasa, toallas), tiempo administrativo (apertura orden de trabajo, cotización, aprobación del cliente, orden de compra, facturación) y guiándonos desde el sistema de gestión que maneja la empresa observamos que desde la hora de apertura de la

orden de servicio a la hora de entrega o de salida del vehículo por sistema tenemos una media de 3 horas.

Por esta razón y basados en una visita que realizamos a una sede del concesionario TOYOTA, donde observamos la metodología de trabajo, los recursos asignados, la distribución de espacios, la constante capacitación al personal involucrado en el proceso, la experiencia del cliente, un buen clima laboral. Se pregunta por su estrategia a seguir la cual se consulta y explicaron que su método de trabajo es basado en los principios de la metodología Kaizen (termino japonés que significa mejora continua), al consultar y buscar implementar en este concesionario de vehículos pesados se toma la iniciativa de empezar por enfocar 4 pasos fundamentales dentro de esta metodología que son:

1. Identificar área de mejora la cual se denomina como el centro de lubricación
2. Establecer un objetivo o meta, aprovechando el cambio en infraestructura de la compañía se selecciona aplicar Kaizen a esta área de servicio
3. Proponer cambios que se ajusten al desarrollo del objetivo, dentro del avance y construcción del proyecto se ejecutan varias acciones que facilitan y mejoran el tiempo de cada cambio de aceite
4. Evaluar y ejecutar acciones que permitan promover el desarrollo del objetivo .

En el proceso de investigación y teniendo en cuenta como ejemplo los resultados que ha generado en TOYOTA para sus concesionarios de vehículos livianos a nivel mundial, donde se ha logrado optimizar los tiempos de servicio, mejorar la calidad del trabajo, optimizar los recursos y generar beneficios para los procesos que benefician al empleador, empleado y lo más importante el cliente final [3].

En búsqueda de implementar esta metodología en Kenworth de la montaña se logra estructurar y seleccionar una unidad de negocio como prueba piloto y dependiendo del éxito poder replicar en las demás áreas. Para este trabajo se llama LUBEXPRESS, buscando sea

una unidad capaz de ser sostenible y autosuficiente, como implementación dentro del concesionario se brinda un espacio para ejecutar el proyecto, se realizan 4 cárcamos con capacidad de ingreso para vehículos con tráiler, todos dotados con sistema neumático para drenar aceite retirado de los vehículos y enviar a un tanque de aceite contaminado para disposición final, por cada dos bahías se implementan 10 carretes para suministro de diferentes tipos de fluidos aceite motor 15w-40, transmisión 80w90, diferenciales 85-140, en marca DAF maquilado por chevron, KW oil maquilado por SHELL, también referencias de Mobil y de Chevron que son las marcas reconocidas y que cumplen con los más altos estándares de calidad los cuales son controlados a través de un software (MDS) para garantizar que el suministro de aceite sea el indicado para cada tipología de motor, transmisión o diferencial, controlar inventario, disminuir pérdidas y agilizar tiempo de atención para cada vehículo.

Figura 1. Metodología Kaizen.



Fuente: El gráfico representa la conformación del proceso Kaizen para cualquier objetivo planteado, disponible en internet en: <https://controlinventarios.wordpress.com/2023/01/09/toyota-y-el-metodo-kaizen/>

En la Figura 1 observamos como desde la motivación y formación podemos ser productivos lo que nos lleva a poder ser competitivos y generar mayor rentabilidad volviendo esto en un ciclo de constante disciplina para alcanzar los resultados propuestos en este proyecto.

El plan se pone en ejecución en el año 2021 donde entregan la infraestructura y la localización en la empresa para colocar en funcionamiento este proyecto, tomando como punto inicial y línea base los años anteriores en el proceso de reestructuración y organización de la empresa, por esta razón recopilamos la información del sistema Spiga + del año 2020.

Objetivos

- Estructurar y determinar necesidades del cliente y del concesionario para optimizar indicadores de mantenimiento y garantías.
- Estudio de optimización recursos personal y equipos tecnológicos
- Analizar estadísticamente tiempos y movimientos para lograr construir un indicador de control de servicio.
- Validar productividad del personal técnico, verificando ejecución y calidad de tareas programadas versus sistema de gestión de taller (spiga +).
- Construir manual de servicio acorde a indicadores de gestión taller y metodología Kaizen.
- Elaborar estudio de costo-beneficio de cambios en adecuación infraestructura, herramientas requeridas por el plan.

Se pretende analizar el estado en el que se encuentra el área de mantenimiento del concesionario de la empresa Kenworth de la Montaña, y con base a este análisis definir los métodos y elementos que permitan construir rutinas de mantenimiento y estandarizar procesos para las diferentes actividades que se realizan en el concesionario. El objetivo

principal es mejorar la prestación de servicio a los clientes y evaluar la satisfacción tanto de los colaboradores como de los clientes. Para lograr esto, se entregarán una serie de formatos específicos para la gestión del sector de la empresa en estudio (concesionario).

Entre los formatos que se entregarán se encuentran: evaluación de procesos, sistemas de codificación para la identificación, caracterización del equipo, instrucciones técnicas, instrucciones mecánicas eléctricas y de lubricación. En este último caso, se espera una aplicación inicial piloto para las instrucciones de lubricación como una forma de filtro para el formato en busca de mejoras y capacitación del personal que se desea formar. También se incluirán formatos para el registro semanal de fallas, para realizar el seguimiento de la curva de vida de los equipos y formatos operacionales como la solicitud de trabajo (ST) y la orden de trabajo (OT). Además, se realizará un breve análisis del proceso de cuantificación y cálculo del costo del personal asociado. Con la implementación de estos formatos y la estructuración adecuada de los procesos, se espera mejorar significativamente la calidad del servicio que se brinda a los clientes, aumentando así la satisfacción de estos y mejorando la eficiencia y eficacia del concesionario.

Es importante entender que el proceso de realización de este proyecto impacta secuencialmente aspectos del proceso productivo del concesionario como reducir tiempos en la prestación del servicio, facilitar trabajos y crear estándares para mantener un orden, pero esto a la final tiene un resultado económico, tal vez analizado por diferentes indicadores que a final de cuentas impacta en el desarrollo económico, gracias en la aplicación de conocimientos específicos adquiridos durante el proceso académico realizado.

Otra forma de analizar los beneficios es entender como esto beneficia al cliente en atención, precios y calidad de servicio. Por ejemplo, todo vehículo que ingrese a la sede se le debe realizar una inspección profesional de parachoques delantero a diferencial trasera, la idea es por medio del conocimiento técnico identificar fugas de fluidos del motor, (aceites, refrigerantes) desgastes bandas freno, concentración refrigerante, estado de bujes suspensión, y funcionamiento de todos los bombillos o luces.

1. KAIZEN

El termino Kaizen es de origen japonés significa **KAI** = cambio, **ZEN** = bueno o para mejorar, al cual en este trabajo llamaremos mejora continua, esta metodología se convirtió en una cultura japonesa para todas las empresas en Japón la cual busca hacer las cosas cada vez mejor, Kaizen está diseñado para las personas y busca mejorar sus esfuerzos como algunos ejemplos se busca alternativas visuales, herramientas rápidas y de fácil aplicación para simplificar la labor a realizar. Por esta razón grandes compañías como TOYOTA han decidido implementar el modelo en sus actividades diarias, teniendo como objetivo disminución de tiempos, de costos, de herramientas, en esta cultura se involucra cada persona que interviene en el proceso de recepción de un vehículo hasta la entrega, porque del compromiso de cada uno de los integrantes y las ganas de mejorar lo que ya está creado se puede garantizar un cliente satisfecho y el crecimiento exponencial del negocio.

Para la implementación se utiliza una de sus herramientas las 5-S, que en japonés significa seiri, seiton, seiso, seiketsu y shitsuke.

1.1 Seiri

Cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa. Se busca mantener solo lo necesario para ejecutar una actividad, las herramientas especializadas, los repuestos necesarios, el espacio ideal.

Al tener el área de trabajo solo con lo esencial se vuelve un trabajo seguro y productivo, se libera espacio que sirve para realizar otra acción, se tiene control visual y se optimiza el tiempo de acceso a los insumos o herramientas.

Por esta razón se crearon cárcamos amplios donde el vehículo puede ingresar con tráiler, cada técnico tiene destinado un carro de herramientas para las diferentes tipologías de vehículos que ingresan al concesionario

- ❖ Separar en el sitio de trabajo las cosas que realmente sirven de las que no sirven.
- ❖ Clasificar lo necesario de lo innecesario para el trabajo rutinario
- ❖ Se debe tener lo necesario y eliminar lo excesivo
- ❖ Separar los elementos empleados de acuerdo con su naturaleza, uso, seguridad y frecuencia de utilización con el objetivo de facilitar la agilidad en el trabajo.
- ❖ Eliminar información innecesaria y que pueda conducir a errores de interpretación o de actuación.

1.2 Seiton

Facilitar el movimiento de las cosas, servicios, personas, se busca tener todo en orden, tener la herramienta y los insumos en condiciones óptimas de trabajo lo que facilita el acceso para utilizarlos y libera espacio.

Figura 1.1 matriz según frecuencia de uso y se asocia una acción

Frecuencia de Uso	Acción
Menos de una vez por año	Se desecha
Menos de una vez al mes	Se archiva o se almacena
Una vez por semana	Se aparta no muy lejos
Una vez al día	En el puesto de trabajo
Una vez por hora	En la estación de trabajo
Mas de una vez por hora	Al alcance de la mano

Al empezar a ejecutar la labor la persona que realiza el trabajo dispondrá de un set de herramientas en perfecto estado para ejecutar dicha actividad, por esta razón es importante que la persona ya haya realizado una preinspección para entrar a evaluar que herramienta necesita y en qué lugar la necesita para evitar movimientos innecesarios.

- ❖ Disponer de un sitio adecuado para cada elemento utilizado en el trabajo de rutina, para facilitar su acceso y retorno al lugar.
- ❖ Facilitar el acceso rápido a elementos que se requieren para el trabajo.
- ❖ Mejorar la información en el sitio de trabajo para evitar errores y acciones de riesgo potencial.
- ❖ El aseo y la limpieza se pueden realizar con mayor facilidad y seguridad.

1.3 Seiso

Limpiar cuando todo está limpio y ordenado, todo implemento que se use en la intervención de un vehículo, llámese herramienta, repuesto, pistolas de suministro de aceite, canecas disposición final de filtros, carro deposito aceite usado debe estar limpio y debe ser parte del chequeo diario de operación tener todas estas áreas y zonas limpias para evitar accidentes, facilitar el uso personal como la del compañero de trabajo.

1.4 Seiketsu

Mantener el orden, organización y limpieza en el área de trabajo en la herramienta y en la presentación del personal que trabaja en el concesionario. A quien no le agrada llegar a un lugar donde el personal este portando muy bien su dotación de trabajo donde el lugar de trabajo este limpio, las herramientas estén organizadas, donde el técnico sepa donde esta cada cosa.

Figura 1.2 Implementación de la estandarización



1.5 Shitsuke

Autodisciplina, es donde cada una de las personas que intervienen en el proceso de servicio son conscientes y adoptan esta metodología en su interior y se preocupan día a día por mejorar el bienestar como personal, grupal, laboral y la consecuencia se refleja en resultados, con clientes satisfechos que referencien el concesionario en su atención, calidad de servicio y en experiencia.

Nuestro mejor ejemplo a seguir son los concesionarios de la red TOYOTA, al ser de origen Japones y tener representación a nivel mundial especialmente en Colombia para seguir de ejemplo y buscar replicar esta metodología en Kenworth de la montaña, a través del mensaje explícito de Kaizen donde la filosofía es hacerlo mejor, fabricar mejor, mejorarlo aun si no este roto ni defectuoso, porque solo de esta manera se puede competir con los que realmente aplican esta metodología, es por esta razón que a nivel mundial entrar a un concesionario TOYOTA es una experiencia única, en los diferentes procesos de mantenimiento en los que se encuentre el vehículo, dentro de ellos se encuentra;

- Lavado (área destinada para el des empavonado, limpieza de motor, cojinería)
- Mantenimiento preventivo (cambio pastillas de freno, correas, kit de repartición)
- Mantenimiento correctivo (reparación de motor, transmisión, ejes)
- Latonería y pintura (atención a choques simples y fuertes)
- Suspensión (revisión mordazas, discos, pastillas)
- Electricidad (revisión luces, batería, alternador, sistema de arranque y carga, sistema electrónico motor)

En TOYOTA se logra identificar este proceso por un esquema de colores que ubican en un tablero de control donde se conoce el proceso en el que se encuentran los vehículos, los tiempos en taller, los tiempos de suministro de repuestos, entre otros.

A partir de una visita realizada a un concesionario TOYOTA en la sede de Bogotá nace la idea de aplicar esta metodología en Kenworth en una unidad de negocio específica para analizar si se puede replicar en los otros talleres y a nivel nacional.

Para hacer esto se tiene en cuenta las necesidades del cliente y del concesionario y se plantea una línea base tomando como punto de referencia la facturación del año 2020 para el centro de lubricación de Kenworth, se crea una unidad de negocio que llamaremos Lubexpress, se cambia la ubicación dentro del concesionario se pasa de tener dos bahías a tener 4 cárcamos con sistema de aire, carro de succión pistolas accionadas por medio de un Software, el personal también cambia de tener 2 técnicos a tener 4 técnicos 1 para cada bahía. El concesionario hace una importante inversión para la implementación de este proyecto.

Tabla 1 Estructura de necesidades

Necesidades del cliente	Necesidades del concesionario
Mantenimientos en menor tiempo	Mejorar cantidad de ingresos
Precios cómodos	Ofrecer rutinas de mantenimiento
asesoría y acompañamiento al cliente	Soporte técnico
Disponibilidad de repuestos	Rotación inventario
Facilidad para ingresar y salir del concesionario	Espacio adecuado para ejecutar la rutina de mto

Se decide implementar esta metodología en un momento indicado para la economía y crecimiento de la empresa ya que su sede en Bogotá es nueva y se está organizando y estructurando para prestar un excelente servicio, por eso se hace más fácil tomar la decisión de aprobar este proyecto y ponerlo en marcha de manera prematura.

Dentro del proceso se presenta una oportunidad y es que recién se está saliendo de la pandemia y la situación económica del país no es estable, sin embargo, el sector transporte al ser vital para la economía y reactivación del país garantiza que los vehículos deben seguir operando y deben continuar sus rutinas de mtto. Se parte de los ingresos al área de lubricación, del índice de satisfacción de los clientes, de los comentarios quejas y sugerencias en los años anteriores desde la inauguración de la sede a finales del año 2018.

En el año 2022 y actualmente el 2023 se observa el crecimiento en ingresos de vehículos al área de lubricación, en resultados de índices de satisfacción del cliente, se realiza un programa de recuperación de clientes y flotas, sin embargo a la experiencia ser muy positiva en cuanto a tiempo de prestación del servicio, comodidad para el ingreso de los vehículos, precios de los insumos y repuestos para las rutinas de mantenimiento, facilidad de pago ya que se realiza una opción de crédito, recepción de cheques, contado, entre otros valores agregados.

El concesionario cuenta con un software de gestión administrativa- el cual sirve para aperturar ordenes de trabajo, realizar cotizaciones, asignación de tiempos de trabajo a los técnicos, control de inventario, facturación. Esta herramienta se llama **Spiga+**

Dentro de la metodología kaizen es importante definir bajo qué condiciones de mantenimiento se está efectuando el proceso, por eso es importante establecer un diagnóstico cualitativo y cuantitativo

bajo las normas covenin 2500-93 de los equipos, donde se debe establecer la cantidad de equipos que intervienen en el área de mantenimiento, el estado actual de los equipos, fallas.

Tabla 2. Diagnóstico de equipos

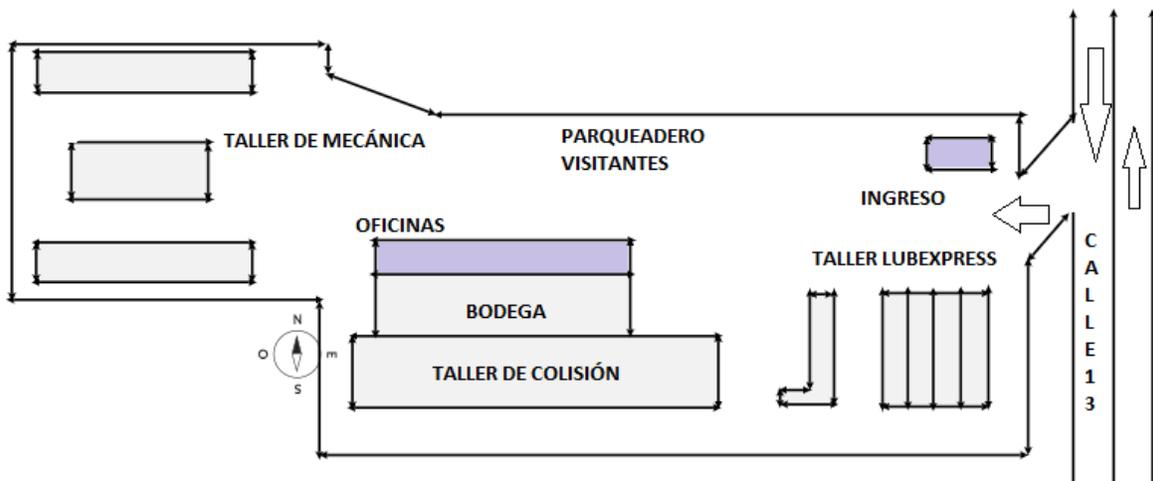
		KENWORTH DE LA MOTAÑA	
DIAGNÓSTICO DE EQUIPOS			
Máquina		Fecha de revisión	Diagnóstico
BOMBAS DE SUMINISTRO DE ACEITE		18/12/2022	SE ENCUENTRA EN BUENAS CONDICIONES
CARRETES SUMINISTRO DE ACEITE		18/12/2022	SE ENCUENTRA EN BUENAS CONDICIONES
CARCAMOS DE ACEITE		18/12/2022	SE ENCUENTRA EN BUENAS CONDICIONES
CARROS DE SUCCIÓN DE ACEITE		18/12/2022	SE ENCUENTRA EN BUENAS CONDICIONES
PISTOLAS SUMINISTRO DE ACEITE		18/12/2022	SE ENCUENTRA EN BUENAS CONDICIONES
SISTEMA AUTOMATIZADO DE SUMINISTRO Y		18/12/2022	SE ENCUENTRA EN BUENAS CONDICIONES

CONTROL DE ACEITES MARCA MDS		
VALVULINERA	18/12/2022	SE ENCUENTRA EN BUENAS CONDICIONES

2. CONCESIONARIO

El concesionario se encuentra ubicado en la ciudad de Bogotá en el barrio Fontibón por toda la vía principal frente a la estación de policía de Fontibón, es de fácil acceso ya que al estar ubicada en una vía de ingreso a la ciudad facilita visitar las instalaciones e ingresar a realizar sus rutinas de mantenimiento. El concesionario cuenta con un área de más de 3000m² y se encuentra subdividido en varias zonas de servicios.

Figura 2.1. plano instalaciones Kenworth de la Montaña



Fuente, autor

Hoy Bogotá cuenta con un concesionario de vehículos pesados para realizar sus mantenimientos preventivos, mantenimientos de uso y atender toda el área de colisión y mecánica especializada, por esta razón entendiendo las principales necesidades del gremio

transportador y como se observa en la Figura 2.1 en esta sede se brindan servicios correspondientes a:

- Taller de mecánica
- Taller de colisión
- Bodega principal de repuestos
- Oficinas
- Taller de lubexpress

2.1 Taller de mecánica

Cuenta con 40 bahías, 15 técnicos especializados en diferentes áreas (motores, suspensión, electricidad y electrónica, mecánica de patio), un jefe de taller el cual se encarga de asignar técnicos a los vehículos, realizar control de calidad a los trabajos ejecutados para garantizar al cliente la corrección de las fallas y entrega a conformidad y satisfacción, dos asesores de servicios los cuales se encargan de recepción de los vehículos, apertura de orden de trabajo, cotizaciones, comunicación constante con los clientes durante la intervención y atención de fallas y finalmente entregar el vehículo.

2.2 Taller de Colisión

Este taller cuenta con una cabina de pintura, un cuarto de colorimetría, banco enderezado chasis, reparación de fibra, un área de lavado para preparación antes de pintar, 15 técnicos

profesionales en diferentes áreas (latoneros, pintores, coloristas) un jefe de taller que se encarga de la asignación de trabajo, control de calidad, cumplimiento de indicadores, dos asesores de servicio que se encargan de cotizar a clientes y aseguradoras, solicitar repuestos, atención a clientes, entrega de vehículos.

2.3 Bodega

Principal lugar de almacenamiento de repuestos, la bodega principal se encarga de tramitar todas las solicitudes de repuestos de los tres talleres de las sedes y al ser la bodega más grande del país se encarga de distribuir los insumos a las demás sucursales, recibe los pedidos de importación, despachos urbanos y nacionales.

2.4 Oficinas

Desde este lugar encontramos todos los procesos de apoyo de la compañía, donde se gestionan compras internacionales, compras locales, mercadeo, servicio al cliente, mostrador, gestión humana, crédito y cartera, administración de flotas, gerencia, venta de vehículos nuevos, asesores post venta.

2.5 Taller Lubexpress

En esta sección del concesionario se han creado 4 cárcamos cubiertos con un domo para poder ejecutar los mantenimientos de uso o periódicos relacionados con la lubricación, a los cuales deducimos son actividades básicas que permiten el adecuado funcionamiento del vehículo la cual se nombra como rutina de mantenimiento de uso o periódico; donde se ejecutan actividades como el cambio de aceite y filtros, revisión concentración de refrigerante, revisión fugas de cualquier fluido, engrase juntas, ejes, crucetas, brazos

dirección y cualquier parte mecánica que genere movimiento, nivel de aceite transmisión y diferenciales.

3. TALLER LUBEXPRESS

Figura 3.1 Instalación terminada



Fuente, Autor fotografía del centro de lubricación sede Bogotá

En este concesionario se da el espacio para crear un moderno centro de lubricación llamado LUBEXPRESS que cuenta con un área total asignada de 700 m² está ubicado en el costado izquierdo al ingresar al concesionario, espacio suficiente para facilitar el ingreso y salida de los vehículos, dotado de 4 bahías con domo para poder intervenir el vehículo desde el motor

hasta las diferenciales, cuenta con unas escaleras para el ingreso del mismo con un software de control y seguimiento para el suministro de aceite con el fin de mitigar pérdidas de producto, controlar el inventario, disminuir el tiempo de suministro de aceite, facilidad para engrasar todas las partes móviles del vehículo como crucetas (juntas cardánicas) , brazos de dirección, bujes de la quinta rueda, embragues entre otros, cabe aclarar que la imagen de la figura 4 es una foto de toda la infraestructura de este centro de lubricación.

Para este trabajo de aplicación metodología Kaizen en un taller de servicio para vehículos de carga pesada haciendo énfasis en el mejoramiento continuo en las rutinas de mantenimiento de uso se implementan;

1. 4 cárcamos amplios para el ingreso de vehículos con tráiler,
2. domo o techo cubierto
3. 20 carretes con pistolas de suministro de diferentes aceites
4. Plataforma depósito aceites con 10 bombas de succión para dispensar a dos pistolas
5. Bodega para almacenamiento de filtros
6. Compresor auxiliar de aire

3.1 Cárcamos

Figura 3.2 Cárcamos de fácil ingreso y salida

Cada cárcamo cuenta con una profundidad de 1,50m un ancho de 1m y un largo de 12m, espacio suficiente para poder ingresar al cárcamo y soltar tapón del Carter, inspeccionar fugas, revisar niveles y realizar engrase en todas las partes móviles, como pueden observar en la figura 3.2 cada cárcamo cuenta con su carro de succión, en la parte superior los carretes y las pistolas para suministrar aceite.



Fuente, autor

3.2 Pistolas dispensación

El concesionario cuenta con 20 pistolas de relación 3-1 que trabaja a presión de 10 psi, capaz de suministrar 12 galones cada 8 minutos, su activación es a través de una electroválvula la cual se acciona desde un software para indicar al operador que pistola debe dispensar y que cantidad, una vez se programa ella dispensa y corta el paso una vez cargue los galones programados.

Figura 3.3 Pistola dispensación



Fuente, autor

3.3 Bodega filtros

Disponen un depósito para guardar y almacenar los filtros de alta rotación para evitar tiempos muertos y desplazamientos a la bodega principal.

Figura 3.4 Bodega Lubexpress



Fuente, autor

3.4 Perfiles técnicos de operarios del Lubexpress

El técnico lubricador es el primer peldaño en la pirámide de técnicos de taller. Su principal encargo es el de realizar intervenciones clasificadas como de mantenimiento preventivo (servicios por kilometraje, cambios de elementos de desgaste, revisiones IPK, verificaciones de sistemas de carga y baterías, preparación de unidades previa entrega, servicios Exprés y todos aquellos trabajos de reparación cuyo tiempo estándar no exceda las 2.5 horas y sean realizables en bahías de mantenimiento Exprés). Pueden ser candidatos a técnico lubricador quienes tengan escuela técnica con especialidad en mecánica automotriz o mecánica de unidades de servicio pesado, con seis meses de prácticas profesionales realizadas o con experiencia previa de al menos un año como ayudante de mecánico en taller de mecánica DIESEL.

3.4.1 Actividades y Responsabilidades:

1. Llevar a cabo en tiempo y forma los mantenimientos y reparaciones establecidas y asignadas por el jefe de taller, de acuerdo con los tiempos estándar de reparación estipuladas por los manuales de KENMEX y los fabricantes del tren motriz.
2. Realiza mantenimientos al sistema de frenos
3. Realiza mantenimientos preventivos A, B y C, dentro y fuera de la empresa
4. Lava las piezas para realizar la reparación.
5. Verifica que las refacciones solicitadas correspondan a la reparación de la unidad que está en proceso y que las mismas se encuentren en buen estado.
6. Realiza Inspecciones IPK y reporta sus hallazgos al Asesor de Servicio a fin de promover la venta adicional de taller.
7. Cuando le son asignadas, realiza las preparaciones de unidades para su entrega al cliente.
8. Es responsable de realizar la reparación de la unidad con la mejor calidad y en el menor tiempo (siguiendo los procedimientos y las especificaciones establecidas por el fabricante).
9. Es responsable de la caja de herramientas (que se le proporcionó al iniciar labores en la empresa), así como del buen manejo de esta. Debe mantener en orden y limpia su herramienta.
10. Es responsable de las refacciones que le entregue su jefe de Taller o personal del almacén

11. Es responsable de mantener limpio su lugar de trabajo después de cada reparación.
12. Debe presentarse con su uniforme y calzado limpio.
13. Debe cumplir con las instrucciones de su jefe de Taller o Asesor de Servicio.
14. Debe cumplir con el horario de trabajo de acuerdo con el rol de cambio de turno.
15. Es su obligación portar el equipo de seguridad durante la realización de las reparaciones (guantes, faja, lentes y calzado de seguridad).
16. Debe asistir a los cursos programados en el lugar, fecha y hora indicada.

3.4.2 Conocimientos y experiencia

Pueden ser candidatos a técnico lubricador quienes tengan escuela técnica con especialidad en mecánica automotriz o mecánica de unidades de servicio pesado. El candidato a técnico lubricador debe contar al menos con seis meses de prácticas profesionales realizadas o con experiencia previa de al menos un año como ayudante de mecánico en taller de mecánica DIESEL. Es posible que en el futuro se establezca un examen teórico de conocimientos técnicos y, en ese escenario, los candidatos a técnicos lubricadores deberán obligatoriamente aprobar esa evaluación.

En Kenworth se da la oportunidad a los técnicos de hacer carrera y a medida de aprobar las capacitaciones puede avanzar por los diferentes talleres y aplicar a técnico A o técnico Máster

3.4.3 Competencias técnicas

- Conocimiento básico y apego a normas de higiene y seguridad.
- Manejo básico de computadora y de herramientas electrónicas de diagnóstico.
- Manejo de sistema de medidas internacional y conversiones prácticas a sistema imperial.
- Comprensión básica de esquemas eléctricos.
- Manejo de multímetro.
- Conocimientos básicos de mecánica (motores, transmisiones, sistemas de control neumático e hidráulico)
- Electricidad básica (ley de ohm: problemas de cálculos en corrientes serie / paralelo, Voltajes serie paralelo y resistencias serie paralelo)

4. APLICACIÓN KAIZEN A LUBEXPRESS

Se decidió implementar la Metodología en esta área dado lo complejo que es realizar un mantenimiento de uso por tiempo, recursos, espacio, se evidencia la necesidad y oportunidad de mejorar este servicio para atender más vehículos en menos tiempo, brindando mejor atención a los usuarios finales desperdiciando menos recursos y ampliando el área designada como LUBEXPRESS

4.1 Implementación

Se utilizó la metodología Kaizen como un plan de mejora continua, para mejorar la gestión del proceso de transporte, previniendo paradas inesperadas con un plan de mantenimiento preventivo, así como la capacitación a los conductores para lograr un manejo eficiente y

reducir los costos de mantenimiento [5]. A partir de la estructura en 4 secuencias del método Kaizen que dependen una de la otra para la mejora de un proceso.

Es importante establecer la metodología que se va a aplicar en la empresa, teniendo en cuenta de manera ordenada el proceso que se va a realizar de paso a paso.

- 4.1.1** Diagnosticar el estado actual de los equipos de manera cualitativa e identificar cuáles son las actividades de mantenimiento a seguir para revisar si algún equipo se puede utilizar en el nuevo centro de lubricación.

- 4.1.2** Escoger el diseño más adecuado para el funcionamiento de este centro de lubricación teniendo en cuenta el espacio con el que se cuenta, la facilidad para el ingreso y salida de los vehículos.

- 4.1.3** Una vez se selecciona el espacio, se procede a cotizar con varios proveedores el sistema que más se adapte a las necesidades ya nombradas en este documento.

- 4.1.4** Se procede a seleccionar proveedor ya con el área construida para hacer pruebas de integración con el sistema actual de la empresa que es SPIGA+

- 4.1.5** Establecer la matriz DOFA para analizar las debilidades y fortalezas que tiene la empresa dentro del proceso, establecer las actividades de mantenimiento próximas a realizar.

- 4.1.6** Verificar y concluir los resultados de los problemas o fallos que se presentan constantemente en los equipos, analizar factores de confiabilidad, disponibilidad y demás indicadores fundamentales para el mantenimiento, al ser equipos nuevos la garantía es de dos años y los costos de mantenimiento durante la implementación no se tendrán en cuenta.

4.1.7 Ejecutar y establecer cronogramas con instrucciones técnicas de mantenimiento de los equipos y programar para cada uno de los equipos.

De acuerdo con la Metodología mencionada anteriormente, se inicia por la realización del diagnóstico e inspección de los equipos, luego de la cual surgen las siguientes conclusiones:

Tabla 3 Hallazgos

Bombas succión de aceite	Dificultad para succionar aceite
	Riesgo de desperdicio de aceite
	Condición insegura para el operario
	Demora en el tiempo de succión de aceite
	Proceso mecánico que requiere de fuerza
	Mala calidad del producto
Bahías cambio aceite	Espacio no apropiado para realizar rutinas
	Difícil acceso al vehículo
	Limitación para atender vehículos con tráiler
Carros de succión aceite usado	Inestable
	Riesgo de desperdicio de aceite
	Acto inseguro para el operador
	Ruedas de poca durabilidad
	Espacio del contenedor solo para 12 galones
Suministro de aceite	Inseguro
	Riesgo de desperdicio de aceite
	Se necesita más de una persona para realizar la actividad
Bodega de filtros	Tiempo excesivo para recoger repuestos
	Depende de una tercera persona
	Turno

A continuación, revisaremos el antes y el después para este importante centro de lubricación para vehículos de carga pesada donde se mostrará con evidencias fotográficas para ubicar al lector en los importantes cambios que se han realizado.

4.2 Bombas de succión de aceite

Según figura 4.1 en la parte izquierda observamos una bomba manual por la cual para succionar los 12 galones de aceite que llevan los motores ISX de las tractomulas requiere de un tiempo aproximado de 45 minutos, adicional el desgaste físico para la persona que suministra el producto.

En la parte derecha observamos el sistema implementado donde se tienen 10 bombas neumáticas que succionan el aceite y distribuyen para 20 pistolas, es decir que cada bomba está diseñada para soportar dos pistolas en paralelo capas de suministrar los 12 galones en 7 minutos en simultaneo.

Figura 4.1 comparativo antes y después de implementación bombas de succión

	
Bomba manual	Sistema neumatico
Limitado para trabajar solo con canecas de 55 galones	Fabricante: lubritek
Duración aproximada 2 meses	Marca: lub2541

Fuente, Autor

Especificaciones en anexo 1

4.3 Bahías cambio aceite

En la figura 4.2 en la parte izquierda se observa que dentro del taller mecánica se asignan dos bahías exclusivas para cambio de aceite donde el técnico trabaja incomodo ya que le toca acudir a unas camillas para poder ingresar a soltar el tapón del cárter haciendo de este procedimiento un acto y condición insegura para el técnico que se encuentra realizando la actividad.

En la parte derecha podrán observar los cárcamos perfectamente diseñados para el ingreso del personal, las herramientas siempre pensando en la perfecta postura del técnico disminuyendo los riesgos, aumentando la seguridad y disminuyendo los tiempos para realizar la misma actividad.

Figura 4.2 comparativo antes y después bahías para ejecutar mantenimientos de uso

	
Bahía de difícil acceso	Cárcamos cómodos
Limitado para ingreso con tráiler	Espacio suficiente para revisión

Fuente Autor, tomada de Kenworth de la montaña sede Centenario

4.4 Carros de succión de aceite usado

En la figura 4.3 parte izquierda se observa cómo el dispositivo con el que se recoge el aceite usado una vez se suelta el tapón del cárter del motor, se trata de un carro contenedor que no ofrece gran estabilidad, lo cual una vez provoca actos inseguros por la alta temperatura a la que sale el fluido.

En la parte derecha se observa que se tiene destinado en cada cárcamo un carro móvil en el riel para desocupar el aceite evitando riesgos de quemaduras de riegos y condiciones inseguras.

Figura 4.3 Comparativo de los carros de succión

	
<p>Carro contenedor</p>	<p>Carro de fácil desplazamiento y uso</p>
<p>Almacenamiento máximo 12 galones</p>	<p>Almacenamiento 50 galones</p>

Fuente, <https://www.arcoequipos.com/producto/aspirador-o-succionador-neumatico-para-aceite-quemado-o-usado-con-capacidad-para-70lts/>

4.5 Pistolas suministro aceite

En la figura 4.4 se observa cómo se hace la adición de aceite en el motor de una manera manual por medio de envases y embudos lo cual se presta para generar regueros, desorden y manipulación del producto,

En la imagen del lado derecho observamos que son pistolas programables desde un sistema operativo a través del computador para cargar la cantidad exacta del fluido a dispensar, lo cual brinda mayor seguridad para el cliente de que la cantidad que está pagando es la cantidad que le están suministrando, evita desperdicios, mejora el tiempo de servicio, facilita el manejo del inventario.

Figura 4.4 Suministro de aceite comparativo.

	
Sistema tradicional	Sistema computarizado
Riesgo de riego	Control de inventario
Contaminación del fluido	20 pistolas para diferentes fluidos

Fuente, Autor

4.6 Bodega de filtros

En la figura 4.5 se observa en la parte izquierda la bodega principal de repuestos donde se realizaba la cotización el cliente aprobaba y se disponía el técnico en desplazarse 400 metros y esperar en la bodega le despachen los insumos, al ser una bodega principal atienden los 3 talleres por eso debe esperar turno y es tiempo perdido para terminar el vehículo para el cliente que necesita desplazarse y para los vehículos que esperan en ser atendidos en su rutina

En la parte derecha se observa que cerca a los cárcamos se dispone de una bodega con los filtros de alta rotación los cuales el jefe de taller puede disponer, cargar en la orden de trabajo y facturar para disminuir estos tiempos y atender los vehículos al instante, el tiempo promedio de un mantenimiento de uso pasa de 2,5 horas a 40 minutos.

Figura 4.5 Comparativo de las bodegas

	
Bodega principal	Filtración alta rotación
Mayor tiempo para buscar insumos	Control de inventario
Depende directamente de un tercero	Facil acceso

Fuente, autor

5. ESTRATEGIA AL IMPLEMENTAR KAIZEN

El análisis de criticidad es una herramienta fundamental del mantenimiento preventivo, que tiene como objetivo reducir o mitigar las fallas o correctivos que se presentan en los equipos y máquinas de una empresa. Para lograrlo, es esencial identificar los equipos con mayores fallas, teniendo en cuenta que cada elemento tiene su propio modo de falla, influenciado por diferentes factores como el tiempo de operación diario, las cargas de trabajo, los años de servicio, los materiales, entre otros, que afectan la vida útil del elemento y aumentan el riesgo de fallo con el tiempo.

Es importante clasificar las máquinas de manera operativa y adecuada, para facilitar el análisis de criticidad, fiabilidad y disponibilidad de los elementos. Para ello, es imperante llevar un registro completo de las operaciones de mantenimiento y de los tiempos de fallo y reparación que se han ejecutado en cada máquina, a fin de que al establecer un análisis adecuado de los criterios descritos previamente, al estructurar y estandarizar este proceso, cualquier ingeniero analista de mantenimiento debería poder repetir este proceso en busca de mejoras continuas, se anexa ejemplo del año 2020 para entender tiempos improductivos por mantenimiento ya sea correctivo o preventivo.

Tabla 4 Mantenimiento equipos

MES	horas de trabajo	horas de Mantenimiento programado	horas de Mantenimiento correctivo	Costo de Mantenimiento
ENERO	220	40	8	\$350,000
FEBRERO	240	30	5	\$1,250,000
MARZO	200	30	6	\$650,000
ABRIL	180	40	7	\$430,000

MAYO	210	30	2	\$440,000
JUNIO	140	40	10	\$320,000
JULIO	180	40	23	\$2,120,000
AGOSTO	180	30	2	\$1,520,000
SEP.TIEMBRE	225	20	2	\$4,850,000
OCTUBRE	160	30	23	\$2,111,000
NOVIEMBRE	180	42	2	\$850,000
DICIEMBRE	200	30	8	\$1,250,000
TOTAL	1965	362	98	\$16,141,000

En conclusión, el análisis de criticidad es una herramienta clave en el mantenimiento preventivo de equipos y máquinas. Para llevar a cabo un análisis efectivo, es necesario clasificar las máquinas de manera adecuada y llevar un registro detallado de las operaciones de mantenimiento y de los tiempos de fallo y reparación. En nuestra empresa, este análisis es fundamental para garantizar la disponibilidad y la fiabilidad de los equipos y asegurar una prestación de servicios de mantenimiento de alta calidad.

Desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia.}$$

Dónde: La frecuencia está asociada al número de eventos o fallas que presenta el sistema o proceso evaluado y la consecuencia está referida con: el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente.

$$\text{Consecuencia} = (\text{Impacto Operacional} + \text{impacto mantenimiento} + \text{Costo mantenimiento} + \text{Impacto seguridad} + \text{Impacto ambiente}) (3)$$

En función de lo antes expuesto se establecen como criterios fundamentales para realizar un análisis de criticidad los siguientes:

- Seguridad (IO)
- Ambiente (IMA)
- Producción (IS)
- Costos (operacionales y de mantenimiento) (CM)
- Tiempo promedio para reparar (FO)

Tomando en cuenta como referencia las normas internacionales **ISO JA1011 Y JA1012**, se establecen los factores de frecuencia y consecuencias asociados a los impactos operacionales, disponibilidad de repuestos en almacén, costos de mantenimiento, impacto en la seguridad e 0% 20% 40% 60% 80% 100% 120% Enero Febrero Marzo Abril Mayo Junio Julio y demás meses del año para hacer Análisis disponibilidad, Disponibilidad operacional, Factor de fiabilidad y confiabilidad.

Tabla 5 Factor frecuencia

FACTOR DE FRECUENCIA	
Descripción	Ponderación
Frecuentes de más de 3 veces al año	5
Probable entre 1-2 año	4
Posible 1 Eventos en 3 años	3
Improbable 1 Eventos en 3 años	2
Sumamente improbable menos de un evento en 5 años	1

Tabla 6 Impacto operacional:

FACTORES DE CONSECUENCIAS	
IMPACTO OPERACIONAL	PONDERACIÓN
PÉRDIDAS MAYORES AL 75%	5
PÉRDIDAS ENTRE 50% Y 74%	4
PÉRDIDAS ENTRE EL 25 Y 49%	3
PÉRDIDAS ENTRE EL 10 Y 24%	2
PÉRDIDAS INFERIORES AL 10%	1

Tabla 7. Flexibilidad operacional

FACTORES DE CONSECUENCIAS	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	PONDERACIÓN
NO EXISTE STOCK	5
PROCEDIMIENTO EN REPARACION COMPLEJO	4
PROCEDIMIENTO EN REPARACIÓN SENCILLO	3
STOCK SUFICIENTE	2
TIEMPO DE REPARACIÓN BAJOS	1

Tabla 8. Costo de mantenimiento

FACTORES DE CONSECUENCIAS	
COSTO DE MANTENIMIENTO	PONDERACIÓN
COSTO SUPERIOR A LOS 20000 DÓLARES	5
COSTO ENTRE LOS 10000 Y 18000 DÓLARES	4
COSTO ENTRE LOS 3000 Y 10000 DÓLARES	3
COSTO ENTRE 200 Y 1000 DOLARES	2
COSTO INFERIOR A LOS 100 DÓLARES	1

Tabla 9 Impacto en seguridad.

FACTORES DE CONSECUENCIAS	
IMPACTO EN SEGURIDAD	PONDERACIÓN
MUERTE O INCAPACIDAD	5
INCAPACIDAD IMPARCIAL	4
DAÑOS O ENFERMEDADES SEVERAS	3
DAÑOS LEVES EN PERSONAS	2
SIN IMPACTO EN LA SEGURIDAD	1

Para determinar la criticidad o equipo se utiliza una matriz de frecuencia que especifica el nivel de criticidad.

Tabla 10 Matriz de frecuencia

5	M	M	A	A	A
4	M	M	A	A	A
3	B	M	M	A	A
2	B	B	M	M	A
1	B	B	B	M	A
CATEGORÍA	1	2	3	4	5

COLOR VERDE: CRITICIDAD BAJA

COLOR ROJO: CRITICIDAD ALTA

COLOR AZUL: CRITICIDAD MEDIA.

Tabla 11 matriz criticidad

EQUIPO	SEG Y AMBIENTE	CALIDAD	TIEMPO TRABAJO	FRECUENCIA	MANTENIBILIDAD	CLASE
BOMBA DE SUMINISTRO ACEITE	A	A	A	A	B	A
CARRETES SUMINISTRO ACEITE	B	A	B	A	A	B
CARCAMOS DE ACEITE	B	B	A	B	A	B
CARROS DE SUCCION DE ACEITE	A	A	A	B	A	B
PISTOLAS SUMINISTRO DE ACEITE	B	A	B	A	B	A
MDS PROGRAMA SUMINISTRO ACEITE	B	A	B	A	B	A

Cabe resaltar que las maquinarias al ser nuevas no contarán con tiempo de mantenimiento correctivo por lo tanto no se tendrán en cuenta para este proyecto, ya que hablamos de un mantenimiento preventivo anual donde solo se calibran pistolas, se revisan y reparan fugas y se hacen mantenimiento a las bombas.

Según esta matriz todos los equipos se encuentran en criticidad baja y media, lo cual nos ayuda a reducir gastos en mantenimiento, los equipos tienen garantía de un año por lo cual disminuye el riesgo de invertir más dinero en mantenimiento de los equipos de sistema de lubricación.

A continuación, se presenta una matriz DOFA en la cual se muestran las fortaleza y debilidades de la empresa como las amenazas y estrategias para mejorar la gestión del mantenimiento.

Tabla 1 Matriz DOFA

<p>concesionario</p>	<p>FORTALEZAS.</p> <p>Los operarios tienen buen manejo de los equipos gracias a la capacitación recibida al implementar el sistema.</p> <p>Las condiciones de trabajo que se presentan en el área de trabajo cumplen con los estándares de la compañía.</p> <p>La empresa que suministro los equipos es la encargada de realizar los mantenimientos durante 2 años después del montaje.</p> <p>El personal que trabaja está calificado gracias a la certificación y categorización para cada uno de los involucrados en el proceso.</p> <p>El sistema de seguridad en los equipos esta certificado por el proveedor</p>	<p>DEBILIDADES.</p> <p>Deficiencia en los procedimientos de mecanismos de control.</p> <p>Poco uso de software y sistemas informáticos para el diseño de piezas.</p> <p>Falta de elaboración de un cronograma de trabajo.</p>
<p>OPORTUNID ADES UNIVERSID AD</p>	<p>ESTRATEGIA F-O</p> <p>Crear un plan de mantenimiento.</p>	<p>ESTRATEGIA D-O</p> <p>Implementar formatos y órdenes de trabajo.</p>

ANTONIO NARIÑO. empresa	Implementar un plan de mantenimiento preventivo para reducir costos por paradas innecesarias.	Capacitaciones para el personal, apoyando las ya realizadas en la empresa dentro de sus campos de formación.
AMENAZAS Inestabilidad socioeconómica del país.	ESTRATEGIA F-A Adquisición de equipos y herramientas para el área del mantenimiento.	ESTRATEGIA D-A Cursos y capacitaciones para operarios de la empresa.

Diagnostico cuantitativo del sistema de mantenimiento.

En la actualidad, en Colombia se han establecido diversas normas de calidad del proceso, entre las que se incluyen la ISO 45000 y la norma ISO 9001, las cuales trabajan para mejorar la calidad del proceso. Sin embargo, para este proyecto en particular, se ha optado por trabajar con la norma covenin 2500-93, la cual es de origen venezolano y fue creada por la comisión de normas industriales con el fin de coordinar y programar las actividades relacionadas con la normalización y calidad del país.

En el contexto de este proyecto, resulta esencial llevar a cabo un diagnóstico cuantitativo que permita analizar el estado de mantenimiento de la empresa. Para ello, se deben evaluar los 12 ítems que integran la norma venezolana covenin 2500-93. Según los resultados obtenidos, el mantenimiento de la empresa se encuentra en un porcentaje del 50% y con base a los resultados obtenidos en los años 2020 y 2021 donde la mayor cantidad de mantenimientos y costos asociados se presentan por mantenimientos correctivos, este resultado indica que se debe implementar un sistema de mantenimiento para mejorar la situación actual.

Para cada solicitud del trabajo que se vaya a realizar se establece una solicitud o petición por las fallas imprevistas o planificado. El formato de solicitud de trabajo constara de los siguientes datos:

En el encabezado se encuentra el logo y nombre de la empresa, nombre y número del formato, cantidad de hojas necesarias.

En el cuerpo del formato se encuentra:

Nº solicitud: es el número se asigna a cada solicitud para llevar un control de las solicitudes.

F emisión: fecha en que se emite la solicitud.

F aprobación: fecha en la que se aprueba la solicitud.

Equipo: nombre de la máquina.

Código: asignación alfanumérica que identifica al equipo.

Orden de trabajo

Para elaborar el formato de orden de trabajo, es necesario definir las tareas de mantenimiento que se llevarán a cabo en cada uno de los equipos. Además, se deben establecer los procedimientos que se deben realizar, revisar y evaluar para las solicitudes de trabajo presentadas tanto por los operarios como por las operaciones de mantenimiento programadas. De igual forma se programa a los operarios que van a realizar la labor, el día y hora exactos. El formato de orden de trabajo constara de los siguientes datos:

En el encabezado se encuentra el logo y nombre de la empresa, nombre y número del formato, número de la orden, cantidad de hojas necesarias. En el cuerpo del formato se encuentra:

Equipo: nombre de la máquina.

Código: asignación alfanumérica que identifica al equipo.

Nº de solicitud: número de la solicitud con la cual se genera la orden de trabajo.

Inicio: Fecha y hora en que se inicia la actividad de mantenimiento.

Fin: Fecha y hora en que finaliza la actividad de mantenimiento.

Categorización del mantenimiento: si es programado, emergencia no programada o urgencia no programada.

Tipo de mantenimiento: si es eléctrico, lubricación o mecánico.

Tipo de actividad: si es correctivo, preventivo, predictivo, fabricación, adecuación o montaje.

Descripción del trabajo: descripción del trabajo a realizar.

Formatos diligenciados: procedimientos utilizados, permisos de trabajo, pre-usos, A.P.R.

Descripción de actividades; actividades necesarias, tiempo que lleva cada actividad y las personas utilizadas en cada actividad.

Materiales utilizados: número de la requisición descripción del material, cantidad y si es nuevo o reutilizable.

5.1 Instrucciones técnicas mecánicas, eléctricas y de lubricación.

En cualquier ejecución de mantenimiento es importante definir una serie de instrucciones técnicas para el equipo, se realizan las instrucciones y se debe especificar en este formato las acciones de mantenimiento, también se incluye el personal que debe realizarlas, la duración del trabajo y su frecuencia. El formato instrucciones técnicas constara de los siguientes datos:

En el encabezado se encuentra el logo y nombre de la empresa, nombre y número del formato y la cantidad de hojas. En el cuerpo del formato se encuentra:

I.T: se refiere al código de la instrucción técnica.

Descripción: explica la acción de la instrucción técnica.

Mantenimiento: es el tipo de mantenimiento aplicado (rutinario o programado)

Personal: (mecánico, electricista, operario)

Frecuencia: se refiere a cada cuanto hay que repetir la instrucción técnica.

Tiempo: es el empleado en el desarrollo de la instrucción técnica.

Formato 1 Instrucciones técnicas

		KENWORTH DE LA MONTAÑA				FORMATO FM04	
INSTRUCCIONES TECNICAS MECÁNICAS						$\frac{1}{2}$	
I.T.	Descripción	Mantenimient o		Personal	Frecuencia	Tiempo (horas)	
		R	P				
1	Revisión fugas		x	MEC	SEM	0.2	
1	Activación electroválvulas		x	ELE	MEN	0.5	
1	Drenado aceite carros succión		x	MEC	DIA	0.3	
1	Limpieza		x	MEC	DIA	0.2	
1	Lubricaciones bombas		x	MEC	MEN	1	
CONVENCIONES I.T= Instrucción técnica. P= Programado. R= Rutinario. MEC= Mecánico. ELE= Eléctrico. OPE= operario. DIA= Diario. SEM= Semanal. QUI= Quincenal. MEN= Mensual. BIM= Bimestral. TRI= trimestral. SET= Semestral. ANU= Anual.							

5.2 Instrucciones técnicas por equipo.

Una vez definidas las instrucciones técnicas por equipo se debe especificar qué tipo de instrucciones es, por ejemplo, si es tipo mecánico, eléctrico o de lubricación; en este formato van las instrucciones técnicas a realizarle a cada equipo a mantener.

El formato instrucciones técnicas por equipo constará de los siguientes datos:

En el encabezado se encuentra el logo y nombre de la empresa, nombre y número del formato y la cantidad de hojas.

En el cuerpo del formato se encuentra:

Equipo: nombre de la máquina.

Código del equipo: asignación alfanumérica que identifica al equipo.

I.T: se refiere al código de la instrucción técnica.

Descripción: explica la acción de la instrucción técnica.

Mantenimiento: es el tipo de mantenimiento aplicado (rutinario o programado).

Personal: (mecánico, electricista, operario).

Frecuencia: se refiere a cada cuanto hay que repetir la instrucción técnica.

Tiempo: es el empleado en el desarrollo de la instrucción técnica.

Formato 2 Instrucciones técnicas por equipo

		KENWORTH DE LA MONTAÑA				FORMATO FM05	
INSTRUCCIONES TÉCNICAS POR EQUIPO						1/1	
EQUIPO:		Bombas		CODIGO DEL EQUIPO:		B01	
I.T	Descripción	Mtto		Personal	Frecuencia	Tiempo(horas)	
		R	P				
1	Bomba 3-1		X	MEC	MEN	1	
2	Pistola		X	MEC	MEN	1	
CONVENCIONES I.T= Instrucción técnica. P= Programado. R= Rutinario. MEC= Mecánico. ELE= Eléctrico. OPE= operario. DIA= Diario. SEM= Semanal. QUI= Quincenal. MEN= Mensual. BIM= Bimestral. TRI= trimestral. SET= Semestral. ANU= Anual.							

5.3 Registro semanal de fallas.

Es fundamental establecer un protocolo que permita organizar los correctivos que se realizan en los equipos, y determinar cuáles son los equipos que presentan mayores fallas y reducen la disponibilidad del equipo. Para lograrlo, es necesario llevar un registro semanal de las fallas que se presentan en los equipos, de manera que se puedan evidenciar cuáles son los equipos que presentan fallas con mayor frecuencia.

Este registro de fallas permitirá llevar un control detallado de los equipos que requieren mayor atención y tomar acciones específicas para subsanar las fallas y controlar su incidencia. De esta manera, se podrá priorizar las acciones de mantenimiento y reducir el tiempo de inactividad de los equipos, lo que se traducirá en una mayor eficiencia y productividad de la empresa.

El formato registro semanal de fallas constara de los siguientes datos:

En el cuerpo del formato se encuentra:

N° de registro: número que se le da a cada registro semanal.

Semana n°: número de la semana del año.

Fecha inicio: Fecha en la cual se inicia el registro.

Fecha final: fecha en la cual de termina el registro.

Código equipo: asignación alfanumérica que permite identificar el equipo.

Operario: persona que ejecuta la inspección.

Causa: se hace una descripción de la posible causa que produjeron la falla.

Tipo: tipo de falla si es eléctrica, mecánica o lubricación.

Fecha: en la cual ocurrió la falla.

Tiempo: duración de la reparación.

Formato 3 Registro semanal de fallas.



KENWORTH DE LA MONTAÑA

**FORMATO
FM06**

REGISTRO SEMANAL DE FALLAS

1/1

N° REGISTRO:

SEMANA N°: 8

FECHA INICIO: 01/01/2023

FECHA FINAL: 31/12/2023

Código equipo	Operario	Causa	Tipo	Fecha	Tiempo
02	Juan	No dispensación	Neumática	26/02/2023	2 Hr
03	Xiomara	Fuga aceite	Lubricación	12/08/2023	1 Hr
04	Oscar	Grasera en mal estado	Mecánica	20/07/2023	6 Hr

Elaborado por: Juan Jimenez

Revisado por: Jorge Chaparro

Fecha:

Fecha:

5.4 Solicitud de trabajo.

Para cada solicitud del trabajo que se vaya a realizar se establece una solicitud o petición por las fallas imprevistas o planificado. El formato de solicitud de trabajo constara de los siguientes datos:

En el encabezado se encuentra el logo y nombre de la empresa, nombre y número del formato, cantidad de hojas necesarias.

En el cuerpo del formato de encuentra:

N° solicitud: es el número se asigna a cada solicitud para llevar un control de las solicitudes.

F emisión: fecha en que se emite la solicitud.

F aprobación: fecha en la que se aprueba la solicitud.

Equipo: nombre de la máquina.

Código: asignación alfanumérica que identifica al equipo.

Tipo de actividad: si es mecánica eléctrica lubricación u otra.

Tipo de mantenimiento: si es mantenimiento correctivo, preventivo, si es adecuación o fabricación.

Prioridad: tipo de prioridad si es extra urgente, urgente, normal o baja.

Solicita: persona quien solicita.

Descripción del trabajo: descripción del trabajo a realizar.

Observaciones: observación que se tenga sobre el mantenimiento a realizar o sobre el equipo.

Formato 4 solicitud de trabajo

		KENWORTH DE LA MONTAÑA					FORMATO FM07	
SOLICITUD DE TRABAJO							1/1	
N° solicitud: 007			F. emisión: 22/04/2023			F. aprobación:		
Equipo: Bomba Succión aceite sucio				Código:				
Tipo Actividad		Mecánica	x	Eléctrica		Lubricación		Otro
Tipo Mantenimiento		Correctivo		Preventivo	x	Adecuación		Fabricación
Prioridad		Extra urgente		Urgente	x	Normal		Baja
Solicita:								
Descripción del trabajo: bomba con sonido extraño y demora en succión de aceite								
Observaciones: mal funcionamiento								
Elaborado por: Xiomara Leal					Revisado por: Jorge Chaparro			
Fecha: 23/04/2023					Fecha:			

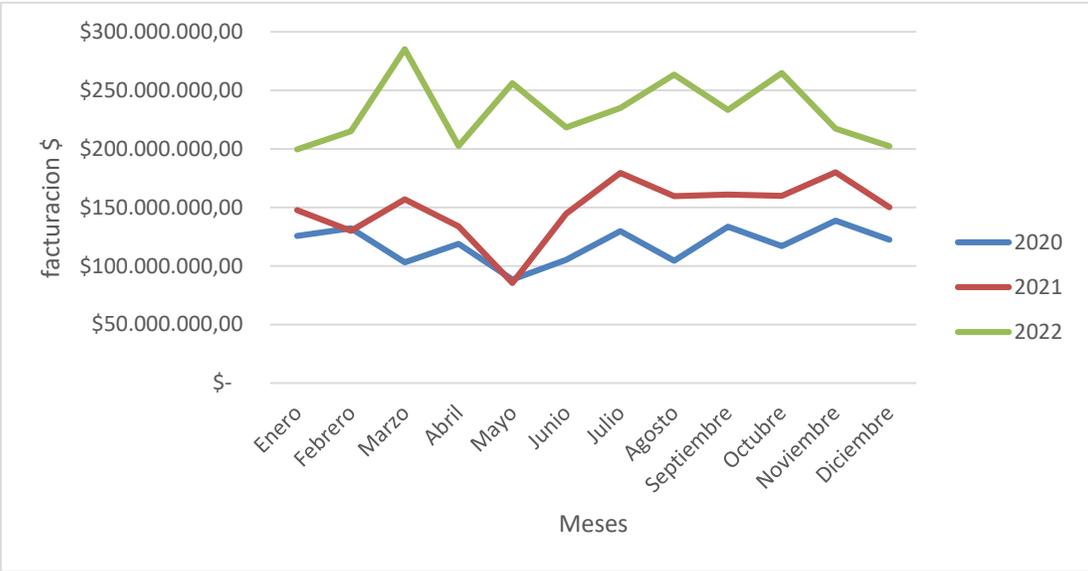
Estos formatos se empiezan a implementar en el año 2023 con el fin de registrar todas y cada una de las rutinas que se deben realizar para programar y ejecutar en el año 2024, comparando con las fichas técnicas de los fabricantes de los equipos los cuales recomiendan se realice mto a los equipos cada 5 años, teniendo en cuenta estas recomendaciones y la operación actual del concesionario se decide implementar antes para evitar daños catastróficos rutinas

de mantenimientos correctivos y ejecutar una serie de mantenimientos preventivos que garanticen la funcionalidad del sistema.

Adicional se esta registrando en formatos el control de inventario por medio de cíclicos cada 15 días y el ahorro y organización del mismo refleja el éxito del programa, los inventarios son muy similares al inventario físico, antes de implementar este sistema se tenían pérdidas estimadas anuales de \$60.000.000 en insumos. A corte de año 2022 las perdidas se estimaron en \$ 25.000.000 y a corte de octubre de 2023 las perdidas están sobre los 5.000.000. lo cual certifica la operatividad y puesta en marcha del proyecto.

5.5 Resultados obtenidos

Figura 5.1 Comparativo de facturación antes y después de línea base aplicando Kaizen



Análisis facturación mensual de los últimos 3 años incluyendo la línea base para tener como evidencia de la metodología planteada.

Fuente: autor, el anterior diagrama de barras representa la facturación de LUBEXPRESS de los últimos 3 años. [realizado el día 6 de septiembre del año 2023].

- En la figura 5.1 observamos el comportamiento de la facturación un año anterior (2020) y posterior (2022) a la línea base año 2021 para poder demostrar con cifras que nuestro proyecto basado en la metodología Kaizen genera resultados.
- A través de esta implementación mejoramos el nivel de servicio a los clientes, disminuimos costos en herramientas manuales, optimizamos el proceso de control y manejo de inventario.
- Aplicamos conceptos de hidráulica y neumática en el proceso de suministro y control en el suministro de aceite.
- Implementamos rutinas de mantenimiento por tiempo y horas que son tenidas en cuenta en el tempario de la compañía para la prestación de servicio.

Figura5.2 carta de lubricantes

Carta de lubricantes para Tractocamiones, Camiones y Buses			Tractocamiones y Camiones Pesados							Buses y Busetas							
			FRECUENCIA DE CAMBIO (Valor de Referencia)	KENWORTH T800 ISX	KENWORTH T800 ISM	KENWORTH T660 ISX	KENWORTH T460 ISL	KENWORTH T370 ISC	DAF CF85	FRECUENCIA DE CAMBIO (Valor de Referencia)	YUTONG ZK6129 ISM	YUTONG ZK6122 ISM	YUTONG ZK6107 ISD	YUTONG ZK6858 ISD	YUTONG ZK6831 6BTA4.9	YUTONG ZK6720 ISD	YUTONG ZK6729 ISF
REFERENCIA	ESPECIFICACIONES DEL LUBRICANTE																
K9109590	ACEITE 15W40 CI4 HD 330GL TRP	Motor Diesel	12,000 Km o 250 Horas	12,0	10,0	12,0	6,0	6,0	10,0	10,000 Km ó 250 Horas	8,5	8,5	5	5	4	3,5	2,8
K9109036	ACEITE 15W-40 CI-4 PLUS PREMIUM GALON	Motor Diesel	12,000 Km o 250 Horas	12,0	10,0	12,0	6,0	6,0	10,0	10,000 Km ó 250 Horas	8,5	8,5	5	5	4	3,5	2,8
K9109085	ACEITE 15W40 CI4 PLUS PREMIUM 5GL	Motor Diesel	12,000 Km o 250 Horas	12,0	10,0	12,0	6,0	6,0	10,0	10,000 Km ó 250 Horas	8,5	8,5	5	5	4	3,5	2,8
K9109087	ACEITE 15W40 CI4 PLUS PREMIUM 55GL TRP	Motor Diesel	12,000 Km o 250 Horas	12,0	10,0	12,0	6,0	6,0	10,0	10,000 Km ó 250 Horas	8,5	8,5	5	5	4	3,5	2,8
K9109090	ACEITE 15W40 CI4 PLUS PREMIUM 330 GL	Motor Diesel	12,000 Km o 250 Horas	12,0	10,0	12,0	6,0	6,0	10,0	10,000 Km ó 250 Horas	8,5	8,5	5	5	4	3,5	2,8
K9104087	KWT SYN ENGINE OIL SAE 5W-40 T20BL	Motor Diesel	12,000 Km o 250 Horas	12,0	10,0	12,0	6,0	6,0	10,0	10,000 Km ó 250 Horas	8,5	8,5	5	5	4	3,5	2,8
	ACEITE SAE 50 SYNTHETIC	Transmision (Caja de Velocidad)	200.000 Km ó 3 años	3,5	3,0	3,5	3,0	3,0	3,5	90000 Km	3,5	3,5	3,0	3,0	3,0	1,5	1,5
K9106585(5G)	ACEITE GL-5 80W90 5 GAL TRP	Transmision (Caja de Velocidad)	70.000 Km ó 1 año	3,5	3,0	3,5	3,0	3,0	3,5	36000 Km ó 1 año	3,5	3,5	3,0	3,0	3,0	1,5	1,5
K9106587	ACEITE CAJA 80W-90 55GAL TRP	Transmision (Caja de Velocidad)	70.000 Km ó 1 año	3,5	3,0	3,5	3,0	3,0	3,5	36000 Km ó 1 año	3,5	3,5	3,0	3,0	3,0	1,5	1,5

Rutina mto según tipología de aceite

5.6 PROGRAMACIÓN ANUAL DE MANTENIMIENTO

Resulta crucial establecer una programación de mantenimiento para la empresa para ello, se requiere estimar la frecuencia con la que se ejecutan cada una de las instrucciones técnicas correspondientes. Una vez que se cuenta con el inventario de equipos que requieren mantenimiento y los índices de instrucciones técnicas para cada uno de ellos, se procede a realizar la programación.

Para llevar a cabo esta programación, se utiliza la técnica de escalonamiento, la cual permite determinar la semana básica de cada equipo. Esta técnica se basa en las 52 semanas del año y se aplica a los dos procesos que maneja la empresa. De esta manera, se podrá establecer una programación efectiva de mantenimiento, que permita mantener los equipos en óptimas condiciones y reducir el tiempo de inactividad, mejorando así la productividad y la eficiencia de la empresa.

$$\text{Equilibrio} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de semanas disponibles en el año}}{\text{N}^\circ \text{ de procesos, líneas u objetos}}$$

En la empresa se cuenta con dos áreas o secciones, las cuales son mantenimiento general y reparación industrial conformadas por 12 y 5 equipos respectivamente y todos son independientes.

- Equilibrio entre áreas

$$48/2 = 24 \text{ semanas}$$

- Equilibrio de equipos en el área de mantenimiento general.

$$48/12 = 4 \rightarrow 4 \text{ semanas}$$

- Equilibrio de equipos en el área de reparación industrial

$$48/5 = 9,2 \text{ semanas}$$

A. CUANTIFICACIÓN DEL PERSONAL

Después de obtener la programación del mantenimiento se quiere calcular la cuantificación del personal utilizando los registros de instrucciones técnicas por cada objeto, para trabajar en las mejoras kaizen es importante establecer un mantenimiento preventivo y programado para obtener una disponibilidad alta en equipos.

Mantenimiento programado

1. Se determina el número de horas requeridas al año por tipo de actividad (TTA/act) se realiza para cada actividad técnica

$$TTA/ACT = P * N^{\circ} veces(IT) * T * N^{\circ} equipos$$

Donde:

P: número de personas necesarias para realizar la instrucción

técnica N° veces (IT): número de veces que se realiza la instrucción técnica en el año.

T: tiempo empleado para realizar la instrucción técnica.

N° equipos: número de equipos a los que debe realizarse la instrucción.

2. El valor obtenido se debe multiplicar por un factor de rendimiento que posee un trabajador y en este caso el factor comúnmente conocido y adaptado a las condiciones locales está en un 15% sobre su rendimiento normal (ingeniería de métodos, Benjamín W. Niebel 1999).
3. Luego se divide el valor obtenido entre el número total de horas disponibles en la empresa en un año laboral se utilizaron 7 horas/día, 6 días/semana, y 48 semanas/año para un total de 2016 horas, se toman 2000 horas al año.
4. Se divide este valor entre 40% que es el porcentaje normalmente asignado para ejecutar las funciones de mantenimiento programado (manual práctico de gestión de mantenimiento, Sandra, L y Sony, A; Pg 82 2006)
5. Con el valor obtenido se tiene el número de personas para cada actividad o el total de personas que pueden ejecutar todas las funciones, como el valor se

puede encontrar fraccionado se debe aproximar utilizando los siguientes criterios:

Si la fracción es mayor que 0.7 se aproxima al entero superior.

Si la fracción es menor a 0.3 se desprecia la fracción.

Si la fracción se encuentra entre 0.3 y 0.7 se sugiere asignar a un ayudante.

Tabla 5 Determinación del personal de mantenimiento

Tipo de actividad	1. Hrs . Totales por año	2. Factor de rendimiento (15%)	3. Hrs al año (2000)	4. 40%	5. Número de personas
Mecánica	980	1127	0.56	1.39	1
Eléctrica	750	862,5	0.375	0,9375	1
Lubricación	650	747,5	0,377	0.94	1

Se requiere 3 personas para trabajar en la mejora de mantenimiento, un mecánico, un eléctrico y un operario de lubricación.

B. COSTO DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

Para la realización de los costos de mantenimiento se deben determinar la cantidad de mecánicos eléctricos y operarios. El salario básico para pagar por la empresa será de \$1'300.000 para técnicos o tecnólogos y para los ayudantes será salario mínimo legal vigente según decreto 2209 del 30 de diciembre de 2021 por el valor de \$1,1+17,000

Obligaciones laborales: Son una serie de obligaciones que el empleador tiene con sus trabajadores y que han sido establecidas por la legislación laboral colombiana.

Tales como:

- Seguridad Social: En materia de aportes al sistema de seguridad social se encuentra:

Salud: el empleador deberá asumir el 8.5% en virtud de la Ley 1122 de 2007

Pensión: Según el decreto 4982 de 2007, el porcentaje a pagar por parte del empleador en referencia a pensión se estableció en un 12%.

ARL: la afiliación a riesgos profesionales se establece a través del decreto 1607 de 2002, con clasificación de riesgo 5, por lo que el porcentaje está dado en 6,96%.

- El pago de las prestaciones sociales: son pagos y beneficios que los trabajadores tienen derecho a recibir en determinadas fechas: la prima (8.33%), vacaciones (4.17%), cesantías (8.33%) e intereses de cesantías (1%) para un total de 22%.
- Aportes parafiscales: es la vinculación de los trabajadores a una serie de instituciones creadas para su beneficio, según el artículo 12° de la Ley 21 de 1982, estableció los porcentajes y proporciones a pagar por dichos conceptos: ICBF 2%, Sena 3%, Cajas de compensación familiar 4% para un total de 9%.

Tabla 6 costo mensual del personal de mantenimiento

Personal	Salario base	Salud (8,5%)	Pensión (12%)	ARL (6,96%)	Prestaciones sociales (22%)	Aportes parafiscales (9%)	Gasto mensual	Cantidad
Técnico o tecnólogo	1.300.000	102.000	144.000	83.520	264.000	108.000	1.801.520	1
Ayudante	1.117.000	62.706	88.526	51.345	162.298	66.395	1.168.986	1
							TOTAL	2.969.000

6. Conclusiones

En este trabajo se demuestra que la metodología Kaizen a pesar de estar estructurada en procesos y enfocada a una ingeniería industrial, se puede adaptar y moldear a un concesionario de vehículos pesados en procesos propios del mantenimiento ligados a la ingeniería mecánica.

Se introduce conceptos de tribología, se implementan análisis de aceite de motor para extender los periodos de cambio.

Implementación de ingeniería mecánica en la selección de las bombas, diseño de los cárcamos, selección pistolas, revisión sistema.

Reducción en el tiempo de la prestación del servicio de mantenimiento preventivo, se pasa de realizar esta labor en 2.5 horas a realizarse en 40 minutos.

Crecimiento exponencial de ingresos y de facturación en un 100%, para el año 2022, en el actual año se estima que el crecimiento está en un 170% a la línea base o en el modelo anterior de servicio.

El manual de servicio se ha presentado para ser evaluado por el área de gerencia de la empresa Kenworth de la montaña para poder implementar en los demás talleres y concesionarios de la marca.

El objetivo de diseñar un plan de mantenimiento preventivo es mitigar y prevenir las consecuencias de las fallas de los equipos, así como evitar las acciones

correctivas que puedan surgir. Al adquirir información sobre los equipos del sistema de producción, la administración puede implementar un programa de mantenimiento que ayude a reducir el tiempo de inactividad innecesario de los equipos. Esto, a su vez, contribuye a la disminución de imprevistos que pueden resultar en pérdidas de tiempo, dinero, confiabilidad y seguridad para los operadores.

En ingeniería mecánica, la metodología de Kaizen puede desempeñar un papel fundamental en el logro de estos objetivos. Kaizen, que es un término japonés que significa "mejora continua", enfatiza la importancia de los cambios constantes e incrementales en los procesos y sistemas para mejorar su eficiencia y eficacia.

En el año 2023 se crea en Kenworth de la montaña un Contac center para medir el indicador de satisfacción del cliente el cual para los tres talleres el mejor posicionado es Lubexpress, con mayor cantidad de ingresos y una facturación exponencial que al mes de septiembre de 2023 alcanzó los \$400.000.000.

Los equipos cumplieron tiempo de garantía por tal razón se están estableciendo mantenimientos preventivos para evitar daños y garantizar el correcto funcionamiento del centro de lubricación.

Los ingenieros mecánicos pueden usar Kaizen para identificar y eliminar las fuentes de desperdicio, agilizar los procesos y mejorar la confiabilidad del equipo. Al mejorar continuamente el proceso de producción, los ingenieros pueden reducir el tiempo de inactividad del equipo, optimizar los programas de mantenimiento y, en última instancia, aumentar la productividad.

7. Referencias Bibliográficas

- [1] c. m. r. Rosas, "análisis del transporte de carga en Colombia, para crear estrategias de mejora continua",
<https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/4537/1015404763-2013.pdf?sequence=1>.
- [2] J. e. m. barbosa, «análisis del sector de transporte de carga terrestre en Colombia 2013-2022,» 25 noviembre 2022.
- [3] D. S. I. C.-s. t. n. pizarro, «Implementación de un sistema de mejora continua en el sector de transporte de carga terrestre en Colombia»,
http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/2197/1/Implementacion_Kaizen_Automotriz_Metalme
- [4] J. j. m. izquierdo, "Implementación de la metodología kaizen para la mejora continua en el sector de transporte de carga terrestre en Colombia",
[https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/25120/M%c3%a1laga%20Izquierdo%2c%20Juan%](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/25120/M%c3%a1laga%20Izquierdo%2c%20Juan%20)
- [5] c. g. r. v.-h. z. cardenas, "propuesta de un plan de mejora para optimizar la gestión del mantenimiento predictivo en el sector de transporte de carga terrestre en Colombia",
 PA Aguillon - 2007 - academia.edu
 (6) [disposition=inline%3B+filename%3DTRIBOLOGIA_Y_LUBRICACION_Dictado_a_Servi.pdf&Expires=1698480000&Key-Pair-Id=APKAJLONC3T53v4FlMuOUgmf0oxnwG-j2s9XWJeiSbBMvVvMi3VRYQVuXCmocg__](https://hdl.handle.net/20.500.12952/5765)
- (7) URI <https://hdl.handle.net/20.500.12952/5765> mantenimiento predictivo, análisis de aceite,
- (8) http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/4053/TRAB.SUF.PROF.COSI_PALOMINO_CARLOS.pdf?sequence=2&isAllowed=n

8. Anexo 1 pistola suministro

	KENWORTH DE LA MONTAÑA	FORMATO FM03
FICHA TÉCNICA		$\frac{1}{2}$
	<p align="center">DATOS DEL EQUIPO</p> <p>Nombre del equipo: PISTOLA DE SUMINISTRO Y CONTROL. Código: Sección o área de trabajo: lubriexpress Fabricante: lubritek Marca: lubritek Modelo:2022 País de fabricación: COLOMBIA Año de fabricación: 2020</p>	
CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES		
<p>Capacidad: relación 3-1 Tipo de proceso: Neumático Peso: 1.5kg</p>	<p>Alto: 60CM Ancho: 12 CM Largo: 1.20CM</p>	

9. Anexo 2. Carro de succión de aceite usado

	KENWORTH DE LA MONTAÑA
FICHA TÉCNICA	
	DATOS DEL EQUIPO
	<p>Nombre del equipo: CARROS DE SUCCION DE ACEITE Código: Sección o área de trabajo: lubexpress Fabricante: lubritek Marca: carro succión Modelo: cr2124 País de fabricación: Colombia Año de fabricación: 2020</p>

11. Anexo 3 Carrete suministro aceite

	KENWORTH DE LA MONTAÑA	FORMATO FM03
FICHA TÉCNICA		1/2
	DATOS DEL EQUIPO Nombre del equipo: CARRETE DE SUMINISTRO DE ACEITE 01 Código: Sección o área de trabajo: lubexpress Fabricante: lubritek Marca: carrete1011 Modelo: car2141 País de fabricación: Colombia Año de fabricación: 2019	
CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES		
Capacidad: 15mts Tipo de proceso: suministro Peso: 22 kg	Alto: 70cm Ancho: 15cm Largo: 55cm	

	KENWORTH DE LA MONTAÑA	FORMATO FM03
FICHA TÉCNICA		$\frac{1}{2}$
	DATOS DEL EQUIPO	
	<p> Nombre del equipo: BOMBA DE SUMINISTRO DE ACEITE 01 Código: Sección o área de trabajo: lubExpress Fabricante: lubritek Marca: lub2541 Modelo: bom2019 País de fabricación: Colombia Año de fabricación: 2019 </p>	
CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES		
<p> Capacidad: 12GL C Tipo de proceso: Peso: 13KG </p>	<p> Alto: 1.30CM Ancho: 8CM Largo: 6CM </p>	
Elaborado por:	Fecha:	
Revisado por:	Fecha:	

12. 8. Manual de servicio

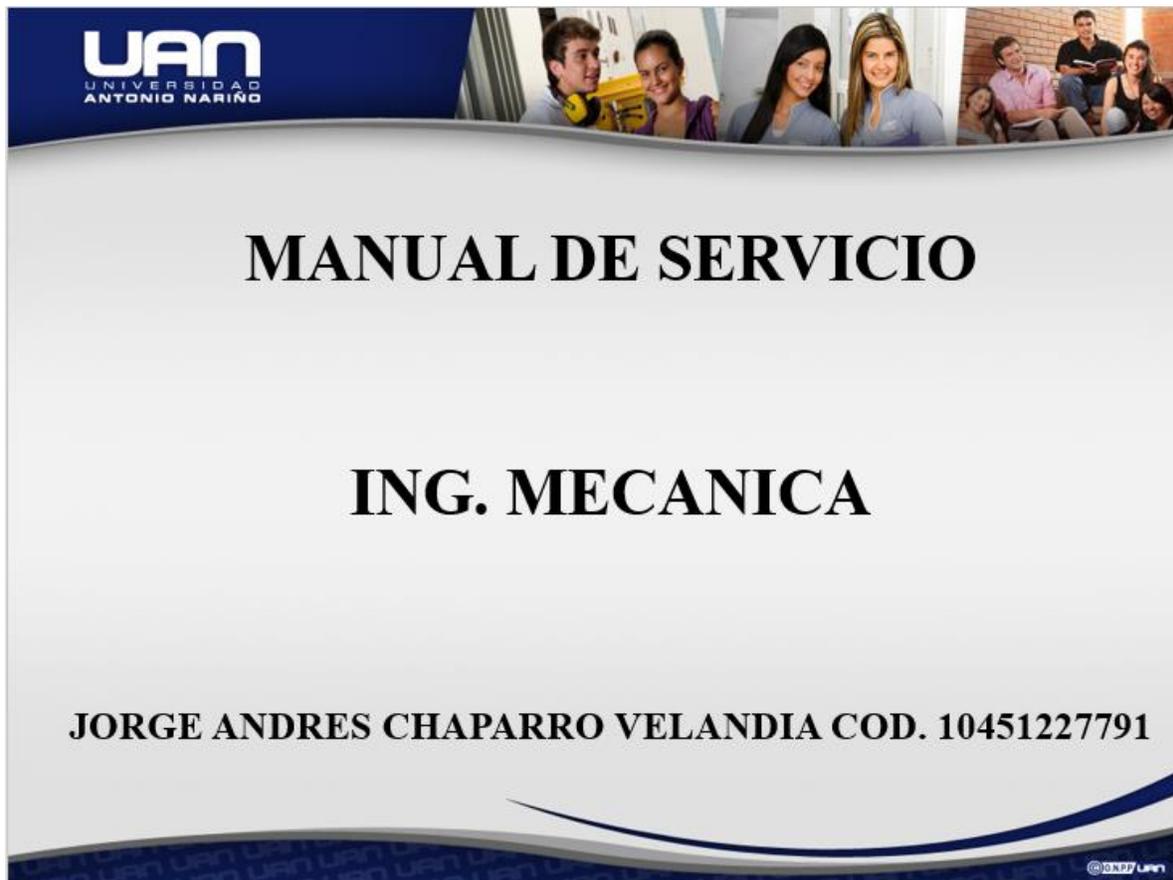
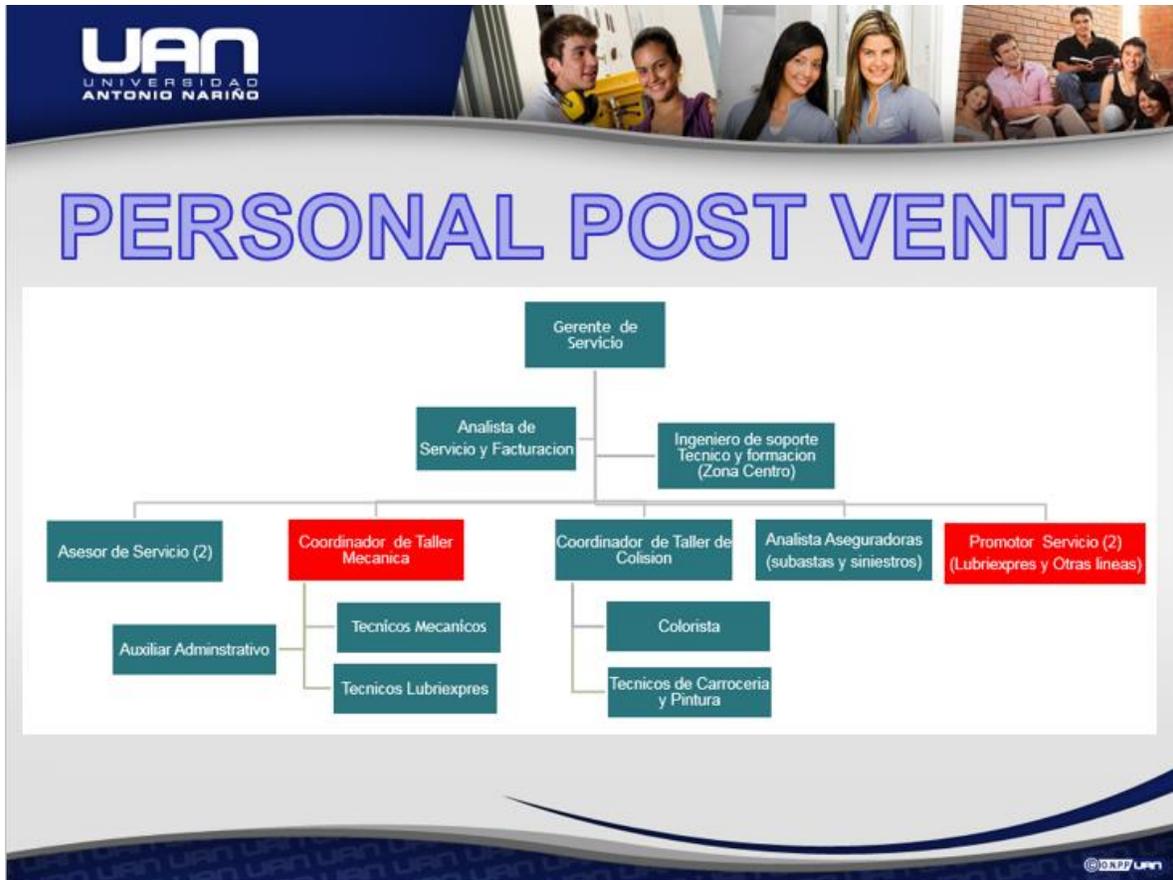




TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	3
Objetivos.....	4
Recepción de vehículos.....	5
Orden de trabajo.....	6
Imagen de orden de trabajo.....	7
Actividad a realizar.....	8
Rutina de mantenimiento.....	9
Facturación y Entrega del vehículo.....	10

© 2022 UAN





INTRODUCCIÓN

Este manual tiene como objetivo estructurar los procedimientos establecidos para aquellas actividades que se realizan en KENWORTH DE LA MONTAÑA en el área de lubexpress.





OBJETIVOS

- Estructurar el paso a paso de las actividades que se realizan dentro de las rutinas de mantenimiento.
- Documentar los procedimientos para estandarizar, ejecutar y mejorar en el área de Lubexpress.
- Brindar seguridad al cliente que las rutinas establecidas aplican a las programadas por el fabricante para reducir gastos en mantenimientos correctivos

UAN
Escuelas para los clientes
UNIVERSIDAD
ANTONIO NARIÑO



Recepción lubexpress



El área dedicada a la atención a clientes, donde cada asesor de servicio deberá tener en su escritorio:

- Computadora con acceso a:
Software para administración de taller o algún DMS para la apertura de la orden de servicio.

Catálogo electrónico de partes (Web eCat) para la identificación de componentes de la unidad

- Impresora
- Teléfono (1 por asesor), deseable si usa diadema
- Silla para el asesor

© 2022 UAN



Recepción lubexpress

SILLONES: Se deberá contar con sillones para 4 personas y una mesa de centro

- **TELEVISIÓN:** El estándar es de por lo menos 40", con cable y con posibilidad de proyección de videos promocionales y/o institucionales
- Se solicita igualmente que sea climatizada, y los mismos criterios para piso, Wi-fi, y cuadros que en una sala de operadores de taller completo

A continuación, compartimos algunas imágenes de salas que pueden ser consideradas como referencia y que son parte de concesionarios de nuestra red.



1. Aire acondicionado
2. Televisión
3. Cocineta
4. Mesa de trabajo



RECEPCION DE VEHÍCULOS

Una vez que ingresa el vehículo a las instalaciones se le indica donde se debe ubicar y se le asigna un cárcamo, se procede a tomar datos como kilometraje y placa del vehículo para enviar al coordinador del área el cual revisa el histórico y asesora al cliente sobre la rutina que debe realizar y procede en la apertura de la orden de trabajo.





ORDEN DE TRABAJO

- Es un documento que se apertura a través de un software SPIGA+ donde se registran los principales datos del vehículo, del cliente y adicional donde se registran las actividades de mantenimiento.
- En este documento se procede a realizar una cotización de la rutina que aplique para que el cliente autorice el servicio.
- Se asigna tiempo para realizar dicha actividad para que el técnico identifique la orden y pueda empezar su trabajo.



IMAGEN DE ORDEN DE TRABAJO



KENWORTH DE LA MONTAÑA S.A.S
 NIT. 800.125.639-5
 ACTIVIDAD ECONÓMICA 4520-4530

Cotización

NºDoc.	79539316	Propietario	
Tel. Propietario	2988679-2988679	JAVIER MAYORGA PINZON (6154)	
Modelo	KENWORTH CAMION DOBLE TROQUE KENWORTH V	CALLE CL 12 B 71 D 31 -	
Año Modelo	2014	11001-BOGOTÁ, D.C.	
Tipo	Cliente	BOGOTÁ	
Descripción	CAMBIO ACEITE Y FILTROS		
Asesor	JORGE ANDRES CHAPARRO VELANDIA		
Se Referencia			
Gastos Estancia por Día	28.000,00		
Orden-Trabajo	807/5446/2023-1		
F. Alta	09/18/2023	F. Validez	24/10/2023
F. Previsión Entrega		Observaciones	
Mes.	046.564	Horas uso	

Núm. Cotización	CTN/25044	Placa	TTY295	VIN	3M0D4EX8DF12297
------------------------	-----------	--------------	--------	------------	-----------------

REPUESTOS

Referencia	Descripción	Unidades	Precio	% Dto.	Valor
LF14000NF1G	FILTRO ACEITE	1,00	139.000,00	0,000	139.000,00
FS1048FLG	FILTRO COMBUSTIBLE 15X	1,00	100.000,00	0,000	100.000,00
FS10765FLG	FILTRO COMBUSTIBLE (TRAMPA)	1,00	56.000,00	0,000	56.000,00
222290998	CHV DELO 400-500 15M40CX-4 (GRANEL)	12,50	80.000,00	0,000	1.000.000,00



ACTIVIDAD A REALIZAR

Luego de la apertura de la orden de trabajo el coordinador le indica al técnico el mantenimiento que debe realizar y suministra los elementos que se necesitan para realizar el mismo.





RUTINA DE MANTENIMIENTO

- Retirar el tapón del cárter para vaciar todo el aceite usado, a continuación, torquear y suministrar el aceite nuevo.
- Reemplazar los filtros que están para cambio.
- Marcar los filtros para llevar un control





INSPECCIÓN PRE ENTREGA

MANUAL DE INSPECCION DE PRE-ENTREGA			
Actividad	Descripción	Herramienta	Ilustración / Criterio
1. Nivel de aceite y fugas.	<ul style="list-style-type: none"> Revise el nivel de aceite en la varilla de nivel con el motor caliente y apagado. El nivel debe estar entre las marcas de la varilla (entre "L" y "H"). En caso de que esté por encima de "H" saque aceite y si está por debajo de "L", agregue aceite. No revise el nivel del aceite inmediatamente después de apagar el motor. El motor deberá estar apagado durante cinco minutos para permitir que el aceite regrese al depósito de aceite. En caso de que agregue aceite asegúrese de utilizar el mismo tipo de aceite que tiene la unidad. 	No requiere	
2. Nivel de aceite del depósito de dirección.	<ul style="list-style-type: none"> El nivel de aceite de dirección puede ser medido con el motor caliente o frío. El depósito está graduado por cada lado para el caso en que se encuentre (caliente o frío). El nivel debe estar entre las marcas del depósito. En caso de que esté por encima o por debajo de las marcas, saque o agregue aceite. 	No requiere	
3. Mida el nivel de anticongelante.	<ul style="list-style-type: none"> Verifique visualmente el nivel de anticongelante. Asegúrese que el nivel se encuentre en la parte superior del radiador. Para unidades T300 verifique que el nivel de anticongelante esté en la media del depósito. NOTA: No quite el tapón del radiador con el motor caliente, esto puede causar que salga 	No requiere	



FACTURACION Y ENTREGA DEL VEHÍCULO

Una vez se haya culminado la rutina de mantenimiento el conductor se dirige nuevamente a la oficina por su factura y su orden de salida.



