

**MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PARA FLOTAS DE
TRANSPORTE PESADO**

MANUEL SALVADOR PERALTA RUIZ



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO – MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2011

**MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PARA FLOTAS DE
TRANSPORTE PESADO**

MANUEL SALVADOR PERALTA RUIZ
Cód: 2117864

Ingeniero Mecánico Universidad Antonio Nariño
Bogotá – Colombia

Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de:
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director: JORGE IVAN SOFRONY
Ing. Eléctrico



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO – MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
OCTUBRE DE 2011

*Dedico este proyecto a mi esposa Nidia
Fabiola, mis hijos Manuel Alejandro y
Natalia Carolina; Cada uno hizo su particular
aporte para la culminación de la
especialización.*

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

La empresa Unión Andina de Transportes y en particular a su presidente Sr. Manuel Roberto Pubiano; por permitirme llevar a cabo el trabajo de Campo para la realización del documento.

Al Ingeniero Jorge Iván Sofrony; quién apoyo este trabajo como director del proyecto.

Al equipo de profesionales docentes; que en la mejor forma lograron transmitir su conocimiento y experiencia, para formar especialistas idóneos y altamente capacitados.

A cada uno de los compañeros de curso; por su aporte personal y profesional para el crecimiento y la profundización del conocimiento.

A mi familia; por que en cada proyecto que emprendo siempre están presentes.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	17
1. FLOTAS DE TRANSPORTE DE CARGA TERRESTRE	23
1.1 TRANSPORTE DE CARGA EN COLOMBIA	24
1.1.1 El Transporte y el PIB en Colombia	25
1.1.2 Definición de la canasta del Transporte	27
1.1.2.1 Criterios de Selección y Representatividad de la Canasta	27
1.1.3 Factores Externos que Inciden en el Transporte de Carga	31
1.1.3.1 La Relación Transporte de Carga por Carretera y Competitividad	31
1.2 LA INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE Y LOGISTICA PRESENTA DEFICIENCIAS	33
1.3 FACTORES EN LA CADENA DE VALOR DEL TRANSPORTE Y LA LOGISTICA	34
1.3.1 Clasificación	41
1.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL TRANSPORTE DE CARGA	42
1.5 ESTRUCTURA EMPRESARIAL	42
1.5.1 El Generador de Carga	43
1.5.2 La Empresa de Transporte	43
1.5.3 El Propietario del Vehículo	44
1.5.4 El Conductor del Vehículo	44
1.5.5 Destinatario de la Carga	44
1.6 EL MANTENIMIENTO EN EL TRANSPORTE DE CARGA POR CARRETERA	44
1.6.1 Introducción	44
1.7 LA GERENCIA DE MANTENIMIENTO Y LA ALTA GERENCIA	45

	Pág.
1.8 TENDENCIAS DE LA GERENCIA DE MANTENIMIENTO HACIA LA MANUFACTURA DE CLASE MUNDIAL	46
1.9 DEFINICION DE MANTENIMIENTO	48
1.10 OBJETIVO DEL MANTENIMIENTO	48
1.10.1 Objetivos Específicos	48
2. IDENTIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE UN VEHICULO DE CARGA	50
2.1 MOTOR	50
2.2 TRANSMISIÓN DE POTENCIA	51
2.3 DIFERENCIAL	53
2.4 SISTEMA DE FRENOS	53
2.4.1 Sistema de Dirección	53
2.4.2 Suspensión y Ruedas	54
2.4.3 Sistema Eléctrico	54
3. COSTO DEL MANTENIMIENTO	56
3.1 FACTORES DEBIDOS A MANTENIMIENTO QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DE LA FLOTA DE TRANSPORTE	56
4. PROCEDIMIENTOS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO (LISTADOS DE RUTINAS)	58
4.1 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN	58
4.2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA CAMIONES	60
4.2.1 NIVELES A-B-C-C1 Y C2	60
4.3 PLAN DE MANTENIMIENTO PARA UNA FLOTA DE CAMIONES A TRAVES DEL PROGRAMA NAVIGATOR	62

	Pág.
4.3.1 Objetivo Principal	62
4.3.2 Objetivos Específicos	62
4.4 LA APLICACIÓN	63
4.4.1 Trabajando con NAVIGATOR	63
4.4.2 Una Mirada a Navigator	64
4.5 CENTROS RESPONSABLES	66
4.5.1 Ejemplos de Centros Responsables	67
4.5.2 Tipos de Actividad	67
4.6 CAUSAS DE FALLA	68
4.7 CODIFICACION DE LOS TIPOS DE FALLA	71
4.7.1 Fallas de Tipo Mecánico	71
4.7.2 Fallas de Material	71
4.7.3 Fallas de Instrumental	72
4.7.4 Fallas de Tipo Humano	72
4.7.5 Fallas Externas	72
4.7.6 Fallas Eléctricas	72
4.8 PROCEDIMIENTOS Y PROPUESTAS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	73
4.8.1 Recolección de Datos	73
4.8.2 Localizar el Problema	73
4.8.3 Conceptos Básicos sobre Equipos Objeto de Mantenimiento	74
4.8.4 Ficha Técnica	74

	Pág.	
4.8.5	Conceptos Básicos de Programas de Mantenimiento	75
4.8.6	Presupuesto	76
4.8.7	Tipo Mantenimiento	77
4.8.8	Tipo de Trabajo	77
4.8.9	Solicitudes de Servicio	77
4.9	HISTORIAL DE MANTENIMIENTO	78
5.	SISTEMA DE MANTENIMIENTO NAVIGATOR	80
5.1	MANUAL DEL SISTEMA	80
5.1.1	Navigator	80
5.1.2	Componentes del Sistema	80
5.1.2	Acceso al Sistema	80
5.1.3	Menú Principal	80
5.1.4	Menú Archivo	81
5.1.5	Menú Módulos	82
5.1.6	Menú Herramientas	82
5.1.7	Menú Informes	83
5.1.8	Como Crear Un Nuevo Sistema	84
5.1.9	Como Modificar un Sistema	85
5.1.10	Eliminar un Sistema	86
5.1.11	Crear un nuevo Subsistema	86
5.1.12	Modificar un Subsistema	88

	Pág.
5.1.13 Crear un Nuevo Grupo de Vehículos	88
5.1.14 Como Modificar un Grupo	90
5.1.15 Como Eliminar un Grupo	91
5.1.16 Como Crear un Parámetro	91
5.1.17 Para Inactivar un Parámetro	92
5.1.18 Capturar los Datos del Trabajador	92
5.1.19 Captura de Mano de Obra y Materiales	93
5.1.20 Registro de Vehículos	94
5.1.21 Generar Orden de Trabajo	95
5.1.22 Liquidar la Orden de Trabajo	97
5.1.23 Orden de Servicio	98
5.1.24 Captura de Kilómetros	98
CONCLUSIONES	100
BIBLIOGRAFÍA	103

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla No. 1 PIB Total – PIB Transporte	26
Tabla No. 2 Componentes del ICT Base 2009	29
Tabla No. 3 Ponderaciones de los Grupos	30
Tabla No. 4 Calidad de las Carreteras Principales	31
Tabla No. 5 Composición de la Canasta del Transporte	35
Tabla No. 6 Estructura de la Canasta	36
Tabla No. 7 Composición del Parque Automotor de Carga en Colombia	37
Tabla No. 8 Designación de los Vehículos de carga en el territorio Nacional de acuerdo con la Configuración de sus Ejes	39
Tabla No. 9 Pesos y Dimensiones en los vehículos de Transporte Terrestre Automotor de Carga por Carretera para operar en la Red Vial Nacional	40
Tabla No. 10 Peso Bruto Vehicular Pesos máximos permitidos para los equipos de Transporte de Carga en la Red Vial Nacional	41

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica No. 1 PIB-Total vs. PIB del Transporte	27
Gráfica No. 2 Manual Metodológico Índice de Costos del Transporte	29
Gráfica No. 3 Nivel Fijo	30
Gráfica No. 4 Representación Participativa Relativa del Costo Total	31
Gráfica No. 5 Actores en la Cadena de Valor del Transporte y la Logística	34
Gráfica No. 6 Crecimiento del Sector del Transporte vs, Consumo Privado	39
Gráfica No. 7 Estructura Organizacional del Sector – Transporte de Carga	43

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura No. 1 Motor Cummins ISX – para Tractocamión	50
Figura No. 2 Transmisión de Potencia - Caja de Velocidades Eaton-Fuller	51
Figura No. 3 Ilustrativa de un Diferencial	52
Figura No. 4 Diagrama de un Sistema de Frenos	52
Figura No. 5 Diagrama de un Sistema de Dirección	53
Figura No. 6 Suspensión y Ruedas	54
Figura No. 7 Esquema de un Circuito Eléctrico	55
Figura No. 8 Actividades Básicas del Mantenimiento	79
Figura No. 9 Inicio de Sesión	80
Figura No. 10 Menú Principal	81
Figura No. 11 Como Crear un Nuevo Sistema	84
Figura No. 12 Crear un Nuevo Subsistema	86
Figura No. 13 Crear un Nuevo Grupo de vehículos	89
Figura No. 14 Captura de Datos del Trabajador	93
Figura No. 15 Captura de Mano de Obra y Materiales	93
Figura No. 16 Registro de Vehículos	94
Figura No. 17 Generación Orden de Trabajo	95
Figura No. 18 Liquidación de Ordenes de Trabajo	97
Figura No. 19 Actualización Kilómetros	99

RESUMEN

TITULO: MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PARA FLOTAS DE TRANSPORTE PESADO.¹

AUTOR: MANUEL SALVADOR PERALTA RUIZ

PALABRAS CLAVES: *Mantenimiento, Flotas de Transporte, Gestión, Equipos de Trabajo, Costos, Calidad, Indicadores de Gestión, Software, Tecnología y Renovación.*

DESCRIPCION: La necesidad de presentar al sector transportador un modelo de administración gerencial del Mantenimiento en flotas de camiones y Transporte pesado constituyen el objetivo principal en la realización de este proyecto. Se inicia con la investigación del estado actual del transporte de carga pesada y extra pesada en el país, su participación en el contexto económico y social del país, establece los costos fijos, costos variables, cuánto pesa este sector en la constitución del PIB del país.

El alcance teórico del trabajo abarca la descripción de los tipos de Mantenimiento aplicados en la industria del transporte de carga, los indicadores más empleados en el área del Mantenimiento y la estructura de costos.

Hace una descripción detallada del mantenimiento predictivo con énfasis en el análisis de aceite de los motores por familia (CAT, CUMMINS, DETROIT, MERCEDES BENZ) y los sistemas de transmisión de potencia con resultados actualizados para la flota analizada. Entrega una presentación para la gestión de inventarios, (administración óptima de los repuestos, herramental y consumibles), para al final ofrecer un programa de computador, (software) de información y administración del mantenimiento haciendo una reseña de cada una de las partes que componen su arquitectura al igual que la forma de aplicación práctica.

La última parte de la monografía presenta un modelo actual y sencillo para gerenciar el mantenimiento en empresas del sector transportador capítulo de carga y cargas especializadas (extra dimensionadas y extra pesadas).

El proyecto presenta como cualquier modelo gerencial entradas tipificadas como (recurso de capital o financiero, mano de obra, repuestos, consumibles, servicios y demás). De igual forma presenta salidas representadas en (equipos de trabajo motivados, alta disponibilidad de equipos, costos de mantenimiento y operación más ajustados a la realidad del negocio)².

¹ **Monografía**

² **FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECANICAS.** Especialización en Gerencia de Mantenimiento Director: Jorge Iván Sofrony Esmeral. Ingeniero Eléctrico.

SUMMARY

TITLE: Management model for keeping heavy transport fleet.³

AUTHOR: Manuel Salvador Peralta Ruiz

GLOSSARY: Maintenance, transport fleet, management, workgroups, costs, management indicators, renewal.

DESCRIPTION: The necessity of present to the transport sector an administration management model of maintenance in fleets of trucks and heavy transport constitute the main objective in conducting this project. It starts investigating the current state of the transport of heavy and extra heavy burden on the country, its participation in the economic and social development, establishes the fixed costs, variable costs, how much weights this sector in the constitution of the country pib. The theoretical scope of work covers the description of the types used in keeping the cargo transportation industry, the indicators most used in the field of maintenance and costs structures.

A detailed description of predictive maintenance with emphasis on the analysis of engine oil per family (cat, Cummins, Detroit, Mercedes Benz) and power transmission systems with updated results for fleet testing. It delivers a presentation to the management of inventories, (optimal management of spare parts, too ling and consumables), all this for finally offer a computer program (software)of information and management of maintenance and making an overview of each of the component parts architecture as the same way to practical application.

The last part of the monograph presents a current model and easy way to manage the maintenance in businesses of the transportation sector chapter of cargo carrier and cargo specialist (extra dimensional and extra heavy).

The project presents a management model as any entries defined as (capital or financial resources, manpower, spares, consumables, and other services). Equally presents outputs (team's motivated, high availability of equipment, operation and maintenance costs more in line with actual business).⁴

³ **Monografía.**

⁴ **FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO - MECANICAS.** Especialización en Gerencia de Mantenimiento Director: Jorge Iván Sofrony Esmeral. Ingeniero Eléctrico.

INTRODUCCION

Como se ha demostrado en varios estudios, la infraestructura de transporte, y en especial las carreteras son de significativa importancia en el crecimiento y desarrollo de un país. Este documento pretende llamar la atención sobre la infraestructura vial y su importancia en la movilización de carga en Colombia toda vez que entre el 80 y el 85% de la carga del país se moviliza por carretera. El resultado muestra una red vial limitada y de poca capacidad en área y soporte de cargas específicas, aun si se compara con otros países de Latinoamérica aun en vía de desarrollo. En cuanto a la movilización de carga, la antigüedad de los vehículos, su poca capacidad de carga y lo disímil de los trazados, hacen que los costos de transportar se mantengan altos ofreciendo una baja rentabilidad al negocio y afectando la competitividad de los bienes transportados.

La relación entre la disponibilidad de vías de comunicación terrestre y el nivel de desarrollo de los pueblos ha sido objeto de múltiples estudios. Es claro que contar con un mayor acceso a más y mejores carreteras facilita el desplazamiento de la población más pobre hacia otros territorios. La facilidad en el desplazamiento permite ampliar el mercado de los diferentes productos de cada región, permite el acceso a la educación y los servicios médicos lo que al final mejora la calidad de vida de los habitantes y genera un amplio tráfico entre ciudades y pueblos empleando para ello un parque automotor que demanda mantenimiento y costos para la operación que van dejando desarrollo a su paso al generar empleo en cada una de las regiones por donde se desplazan las diferentes flotas de carga convencional, pesada, extra pesada y extra dimensionada para cubrir las diferentes etapas del proceso de transporte.

En un país como Colombia donde la reglamentación para el transporte de carga parece no ocupar la agenda de ningún político y menos del ministerio del ramo, los empresarios del transporte de carga se convierten en actores pasivos y atienden sus negocios en función de la oferta y demanda de vehículos ya que al no tener el país tratados de libre comercio las mercancías que ingresan son insuficientes para el volumen de camiones existentes, lo que hace prácticamente un negocio sin control donde la única forma de ser menos costosos en la operación se presenta al administrar con criterio gerencial el mantenimiento de la flota al menor costo por kilómetro recorrido y un indicador con tendencia a cero en las varadas en la ruta.

Es justamente en esta etapa del proceso donde el proyecto de monografía toma su verdadera dimensión pues es un mercado desatendido ya que los empresarios del transporte no quieren invertir grandes sumas para implementar sofisticados programas de mantenimiento, sin embargo durante la investigación se encontró que estarían dispuestos a invertir un valor racional si se les demuestra la bondad del producto. Cosa que estoy plenamente seguro para un ramo de la economía que aporta casi el 6% del producto interno bruto del país. Hay que guiar el rumbo y marcar la directriz apoyados en la experiencia y la especialización en gerencia de mantenimiento como pilar básico. El común de los estudios realizados para el transporte de carga en Colombia son encomendados al ministerio del Transporte y están básicamente encaminados a revisar la estructura de costos, indicar el comportamiento a través de los años y mostrar su participación en la balanza económica del país a través de los indicadores previamente establecidos.

Nunca un estudio ha fijado como meta el hacer recomendaciones respecto a renovación de flotas, planes de mantenimiento específicos para el sector, ayudar a implementar o proponer planes de mejora a la gestión para reducir los costos e incrementar la rentabilidad del sector.

De igual forma no se apoya en otros ministerios como el de la Protección Social para fijar los estándares de contratación de los operadores de los equipos (conductores), lo que hace que equipos de alto costo estén siendo conducidos por personal con bajo nivel de escolaridad y escaso conocimiento técnico.

En la misma línea las asociaciones de transportadores del país tienen rumbos e intereses diferentes y no proponen ni están dispuestos a invertir en verdaderos estudios de ingeniería que avalen un planteamiento técnico a la hora de tomar decisiones respecto al parque automotor de carga y los costos que conlleva desarrollar un buen programa de mantenimiento.

Cada agremiación presenta estudios por separado que generalmente obedecen a la óptica desde el escritorio y al pensamiento del presidente o gerente de turno quien generalmente desconoce la problemática del sector, no se involucra ni se consulta a la academia y menos a los expertos por que se consideran gastos y muy pocas veces se ve como una inversión.

Algunos estudios que conllevan análisis y datos reales son planteados particularmente por estudiantes de la especialización en gerencia de mantenimiento de la UIS – Universidad Industrial de Santander, pero enfocados básicamente a solucionar problemas particulares o específicos en empresas para las cuales prestan sus servicios profesionales, basta mencionar algunos como Mendoza Reina y otros en el año 2002 con “Mantenimiento Proactivo para Motores de Maquinaria Pesada en Minería”, Blanco Meléndez Francisco en el 2002 con “Programa Preventivo para Maquinaria Diesel”, Barrero Rodríguez Ofer, con “Modelo Gerencial de Mantenimiento para Flotas de Transporte de Carga” en el año 2006, son acercamientos tímidos pero que de alguna manera generan pensamiento respecto a un punto de partida para proponer estudios que alcancen al sector transportador de carga pesada y especializada en el país y que puedan ser referente para implantar no solo buenos sino eficientes y eficaces programas

de mantenimiento al parque automotor de carga a través de los cuales el empresario del transporte de carga adquiera conciencia involucrándose e involucrando al ministerio del ramo a crear e impulsar políticas que generen una verdadera revolución en la forma de transportar la carga por el país, permitiéndole mostrar producto del trabajo en equipo altos índices de eficiencia y eficacia, generando políticas de avanzada que permitan y obliguen a la renovación tecnológica de las flotas de transporte haciendo un negocio altamente competitivo. Algunos estudios más serios y profundos se localizan en países como México, donde el CONAE. (Corporación Nacional para el Ahorro de Energía) tiene estudios avanzados sobre economías reales en consumo de combustibles (eficiencia en el manejo y explotación técnica de los equipos), ahorros en el uso adecuado de las llantas, capacitación técnica y económica para los operadores (involucramiento al desarrollo empresarial), factores clave que redundan en beneficio y hacen del transporte un sector rentable y con altos índices de competitividad.

Igualmente en México se han desarrollado trabajos como “Diagnósticos Energéticos en Empresas de Transporte” (2 casos de Aplicación), editado por la secretaria de comunicaciones y transporte del Instituto Mexicano del Transporte, publicación técnica No 191 de 2002 escrito por Mercedes Yolanda Rafael Morales, con comentarios de Miguel Martínez Madrid.

A través del proyecto titulado “Modelo Gerencial de Mantenimiento para Flotas de Transporte Pesado”, se pretende entregar herramientas de tipo gerencial a los administradores de flotas de transporte para que a través de su gestión se mejore la rentabilidad del negocio y jalone hacia una real competitividad frente a similares productos del exterior.

El modelo busca estructurar en forma ordenada la información con que debe disponer el departamento de mantenimiento de las diferentes flotas de transporte, los procesos que se deben llevar a cabo, propender por un programa de gestión

de la calidad en mantenimiento, mostrando y compartiendo los indicadores en forma clara y de fácil lectura para el común de los integrantes de la compañía transportadora.

Establecer los parámetros básicos a tener en cuenta para la correcta explotación de las llantas en función de la producción, el manejo responsable de los combustibles desde el punto de vista de la operación profesional de los equipos de transporte, un programa de renovación de flotas, variables a tener en cuenta en la gestión de los inventarios de repuestos y consumibles, uso de herramientas de tecnología de punta para el análisis de falla en los equipos teniendo siempre como referente una política de mejora continua.

El proyecto propuesto así como las diferentes alternativas de solución planteadas corresponden a estudios particulares de investigación por parte del autor, ligados a la experiencia de varios años en el sector transportador de carga por carretera participando en el desarrollo de diferentes proyectos que hoy avanzan en forma satisfactoria.

El proyecto de monografía esta desarrollado a lo largo de cinco capítulos y cada uno presenta una síntesis particular.

Capitulo uno abarca un poco de la historia del transporte de carga en el país, presentando su participación en el desarrollo al igual que estadísticas y resultados de un estudio de costos de la canasta del transporte según el ministerio el ramo, factores que afectan el desarrollo del transporte de carga en el país, costos reales de la canasta del transporte producto de la investigación en una empresa del país, objetivos del proyecto. En el capitulo dos se da alcance a las diferentes teorías del mantenimiento haciendo énfasis en análisis de aceites como apoyo de la técnica del mantenimiento predictivo y en forma conceptual se hace una breve descripción de los principales indicadores de mantenimiento como son: Confiabilidad,

Mantenibilidad y Disponibilidad, se describe la teoría relacionada a los costos de mantenimiento, presentando datos de costos reales para una empresa del sector, llegando hasta la probable implementación de la técnica del análisis de falla apoyado en el diagrama de Pareto, incluyendo en el ejercicio un programa de renovación de flotas, gestión del recurso humano y gestión de repuestos para finalizar con la estructura de la información. En el capítulo tres se describe que es un parque automotor, las características mecánicas de los vehículos, la estructura del parque automotor de la empresa y se dan las pautas de cómo se debe seleccionar un parque automotor para una labor específica.

También se enfoca el mantenimiento para una flota de transporte, presentando el proceso de mantenimiento, operaciones de diagnóstico a los equipos, operaciones de conservación, mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo. En el capítulo cinco se presenta el programa NAVIGATOR – Software específico para la administración del mantenimiento en la industria del transporte y particularmente en el sector de carga, diseñado y desarrollado por un equipo de profesionales conformado por el autor del proyecto, Manuel S. Peralta Ingeniero mecánico y los ingenieros de sistemas Ricardo Piragauta Franco y Gustavo Velandia Arjona, quienes gentilmente han cedido su desarrollo para la presentación de esta monografía. El sexto y último capítulo presenta la implementación del modelo propuesto de una manera sencilla y haciendo uso de un lenguaje claro, pero enfatizando siempre en que este o cualquier programa debe estar enfocado a un proceso de mejora continua.

1. FLOTAS DE TRANSPORTE DE CARGA TERRESTRE

Una actividad empresarial que empieza a generar rentabilidad real y constante gracias a las soluciones en tecnologías de la información

La industria del transporte de carga se caracteriza por ser intensiva en capital, en donde un mantenimiento programado de los equipos y un mayor control sobre las operaciones de despachos, asignación de equipos y rutas, emisión de documentos, y un control detallado de cada uno de los viajes realizados aseguran la reducción de costos y una mayor productividad.

Y ello es fundamental en un escenario en el que los márgenes operativos en todos los sectores de transporte están siendo reducidos debido particularmente a la sobreoferta del parque camionero; en el que el empresario local está todavía más interesado en generar dinero para su empresa olvidando que el mantenimiento programado, controlado y administrado de la flota es la mejor manera de lograr un mayor margen de rentabilidad en el negocio; sin desestimar las crisis petroleras como generadoras de alzas en el precio de los combustibles y algunos insumos. En ese escenario sólo una solución de negocios con aplicaciones de alta tecnología y desarrollos de actualidad como **NAVIGATOR** logrará que a través del control eficiente del mantenimiento de la flota de transporte de carga, una constante capacitación a los operadores de los equipos y un ambiente laboral agradable se logre conseguir que las unidades de carga no consuman combustible por encima de los estándares de cada operación, y que los insumos adicionales estén en el porcentaje correcto del costo, gracias a que se encuentran en perfectas condiciones mecánicas y de seguridad, generando alta disponibilidad y confiabilidad en los equipos, que a la postre se traduce en menores costos de operación. Mostrado en un indicador con tendencia cero varadas en ruta.

En Colombia el transporte de carga aporta entre 5.5 y 6% del PIB, razón suficiente para adelantar estudios profundos, detallados y con alto grado de investigación en un sector generador de empleo y desarrollo pero ligeramente olvidado de las instancias gubernamentales.

Es importante conocer que sin importar el destino final de las importaciones o exportaciones y el medio de transporte empleado para movilizarlas, el transporte terrestre se constituye, en el primer eslabón de La cadena de distribución física en cuanto a movilidad se refiere.

1.1 TRANSPORTE DE CARGA EN COLOMBIA

La población de Colombia es de 45 millones, de habitantes estimados a 2009, cuya tasa de crecimiento se estima en 1,8% anual, de los cuales la población en cabeceras es de 3.5 millones y la rural de 10.5 millones (DANE 2005). Sobre la región andina habita un 74% de la población; en la región Caribe un 20%, mientras en el Pacífico y en el flanco Oriental del país (Orinoquía y Amazonía) vive escasamente el 6% restante de la población colombiana. El relieve montañoso con sus variados pisos térmicos caracteriza a la Región Andina. Los vehículos para el parque automotor de carga, son el 56% privados y el 44% públicos. Los camiones rígidos de 2 ejes (C2) y las tracto mulas (C3S), configuran el 90% de la capacidad ofrecida, con similar participación.

El servicio particular ofrece el 25% de la capacidad instalada, y el público el 75% restante. En cuanto a la demanda, el sector manufacturero ocupa un 51%, el agropecuario un 31% y el minero un 18% restante. Las exportaciones son el 10% de esta demanda. Por generación de carga, el occidente colombiano con el Valle al frente genera el 31%, el eje Santander Cundinamarca Tolima, el 30% con Bogotá a la cabeza, y la Costa Atlántica el 17% con Barranquilla en primer lugar.

A continuación se presenta mediante el uso de gráficos estadísticos y cuadros de análisis el comportamiento del PIB del transporte de carga y su incidencia frente al Producto Interno Bruto del país, para lo cual se ha tomado la información del ministerio del transporte.

El transporte como indicador de la economía del país muestra en la figura 1 los datos del PIB total y PIB del transporte, al igual que las cifras o índices de inflación del año 2000 al 2007 con valores de 4.8 billones de pesos año de participación en la economía lo que representa aproximadamente el 5.8% del PIB total, cifra por demás significativa para cualquier sector de la economía. En la figura 2 se ilustra la tendencia de crecimiento participativo del PIB del transporte en el PIB total, de igual forma se ilustra el crecimiento que ha tenido el sector a partir del año 2000 siendo el punto más alto para el año 2006 con un crecimiento del 4.08%.

La explicación técnica del DNP1 indica que estos crecimientos se vienen dando por la dinámica de crecimiento constante de la economía del país, la tranquilidad que ofrece para la inversión extranjera, el mejoramiento en la infraestructura de puertos y carreteras y los programas de seguridad física y democrática, todo esto forma parte del buen momento que viven empresas como ECOPETROL y algunas del sector energético al igual que una sólida política monetaria con tasas de interés a la baja y un importante y sostenido crecimiento en sectores como la construcción y financiero.

1.1.1 El Transporte y el PIB en Colombia. En 2006, la economía nacional creció un 6,8%, el mayor aumento desde 1978 cuando fue del 8,47%. Crecieron por encima del PIB nacional los sectores de la construcción (14,36%), la industria Crecieron por encima del PIB nacional los sectores de la construcción (14,36%), la industria manufacturera (10,79%), el comercio, reparaciones, restaurantes y hoteles (10,69%), y el transporte, almacenamiento y comunicaciones (9,42%). Crecieron por debajo, la agricultura, silvicultura, caza y pesca (3,13%), la

electricidad, gas de ciudad y agua (3,02%), los servicios sociales y comunales (2,22%), los establecimientos financieros, de seguros, inmuebles y servicios a las empresas (1,37 %) y la minería (0,58%). Para el período 1995-2003, mientras el PIB de Colombia tuvo un crecimiento promedio del +2,79% por año, el del PIB del sector transporte fue del +1,72% al analizar la contribución de cada uno de los modos al PIB transporte, para el período 1994 – 2003, el modo carretero aporta el 75% del valor total, el transporte por agua solamente el 2%, el aéreo el 9%. el 14% restante se le atribuye a los servicios auxiliares y complementarios del transporte. Al comparar los costos del movimiento de carga en los sistemas troncalizados, el carretero es más costoso que el fluvial o el férreo: esto significa que Colombia tiene problemas estructurales para el transporte de carga.⁵

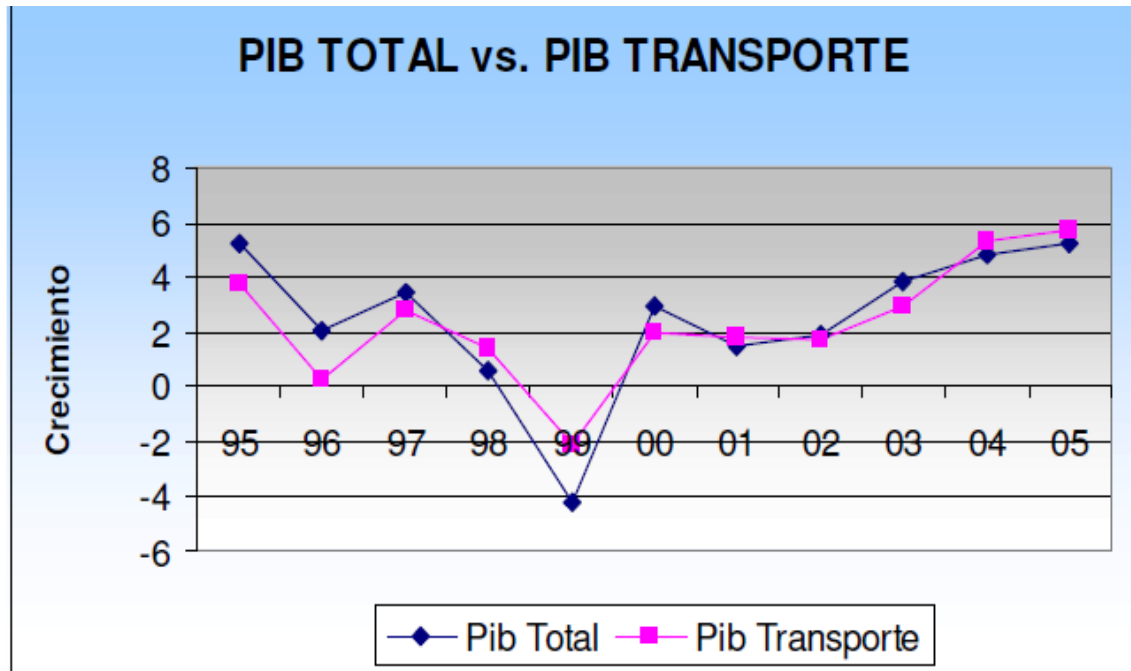
Tabla No. 1 PIB Total – PIB Transporte

PIB AÑO	TOTAL		PIB Crecimiento	Mill. \$ constantes 2000	TRANSPORTE	
	Mill. \$ Corrientes	Mill. \$ Constantes 2000			PIB Transporte / PIB Total	Inflación
		2000				
2001	213.582.653	200.657.109	2.18	8.199.883	4.09	7.65
2002	232.933.484	205.591.281	2.46	8.369.688	4.07	6.99
2003	263.887.767	215.073.655	4.61	8.818.308	4.10	6.49
2004	299.066.590	225.104.157	4.66	9.316.547	4.14	5.50
2005	335.546.939	237.982.297	5.72	9.945.761	4.18	4.85
2006	377.985.401	254.552.919	6.96	10.512.904	4.13	4.48
2007	420.708.093	275.390.831	8.19	11.232.722	4.08	5.69

Fuente: Pagina Web del Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. La serie del PIB se trabaja con la nueva base del año 2000. El PIB a precios corrientes por rama de actividad económica no se encuentra disponible. SIGLAS: PIB: Producto Interno Bruto, Mill: Millones.

⁵ **DUQUE ESCOBAR, Gonzalo.** Introducción a la Economía del Transporte. Profesor del Módulo de Economía del Transporte. Línea de Profundización en Vías, Transportes y Geotecnia. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.

Grafica No. 1 PIB-Total vs. PIB del Transporte



Fuente: Ministerio del Transporte, Documento. Diagnostico del sector Transporte Pág. 9, Grupo de planeación sectorial.

1.1.2 Definición de la canasta del Transporte.

1.1.2.1 Criterios de Selección y Representatividad de la Canasta. El transporte de carga es considerado como parte de la cadena de distribución encargada del traslado de productos o bienes a cambio de un valor monetario denominado flete, desde el lugar de producción (vendedor), hasta el lugar de destino o consumo (comprador) pasando eventualmente por sitios de embarque, almacenamiento y desembarque.

De lo expuesto se desprende que el servicio de transporte de carga por carretera, esta incluido como un eslabón en la cadena de logística y distribución, operación que involucra costos asociados a la inversión en equipos y al desarrollo propio de

la actividad (insumos) lo que obliga a que se construya un parámetro del costo de transportar conocido como la canasta del transporte.

El principal objetivo de la construcción de una canasta de insumos para las empresas de transporte terrestre, es lograr la mayor representatividad de sus gastos de operación. Para tener éxito se toman como punto de partida dos definiciones fundamentales

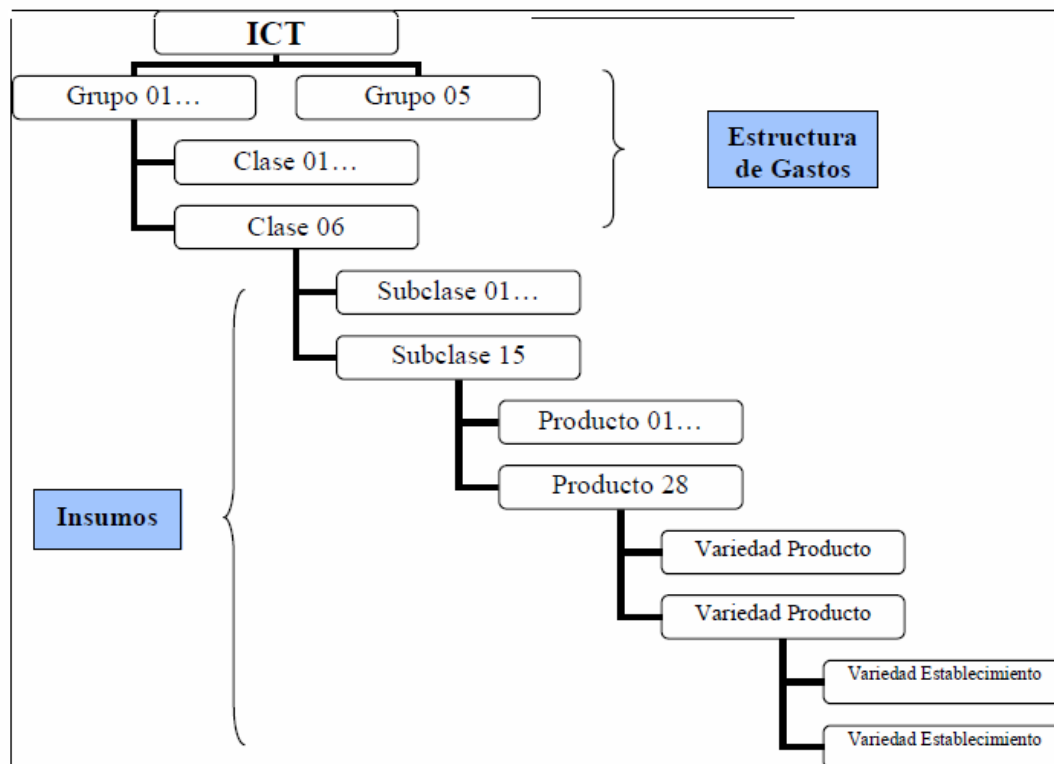
- 1- Empresa de Transporte Terrestre
- 2- Gastos asociados a la operación de Transporte

Al definir el primer concepto, se hace referencia a la información obtenida del Ministerio del Transporte que considera como tal a camiones, tracto camiones, remolques y semirremolques cuyo peso bruto vehicular sea igual o superior a 5000 kilos.

Respecto a la segunda definición se han tomado los criterios expuestos por las diferentes entidades que regulan la industria del transporte en Colombia, Ministerio del Transporte y las agremiaciones de transportadores y Comerciantes para lograr la mayor objetividad en la información y no perder representatividad de los gastos de operación, de esta forma fueron considerados gastos relevantes aquellos, que cuando varían impactan de manera directa las decisiones optimizadas de producción en el corto plazo, obligando a cambiar el curso de acción estratégica respecto a la cantidad o calidad de la generación del producto o servicio..

Del total de camiones que cumplen los requisitos antes mencionados, se consideraran aquellos que representen el 80% del gasto total en camiones, los cuales reducen significativamente la gran heterogeneidad del parque vehicular sin perder representatividad.

Gráfica No. 2 Manual Metodológico Índice de Costos del Transporte



Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas.

Tabla No. 2 Componentes del ICT Base 2009

Grupo	Clase	Subclase	Producto
1. Combustible	1	1	1
2. Recursos humanos	1	1	2
3. Otros servicios relativos al equipo de transporte	1	1	3
4. Servicios financieros	2	2	2
5. Sistemas integrales para el funcionamiento del vehículo	1	10	20
Total	6	15	28

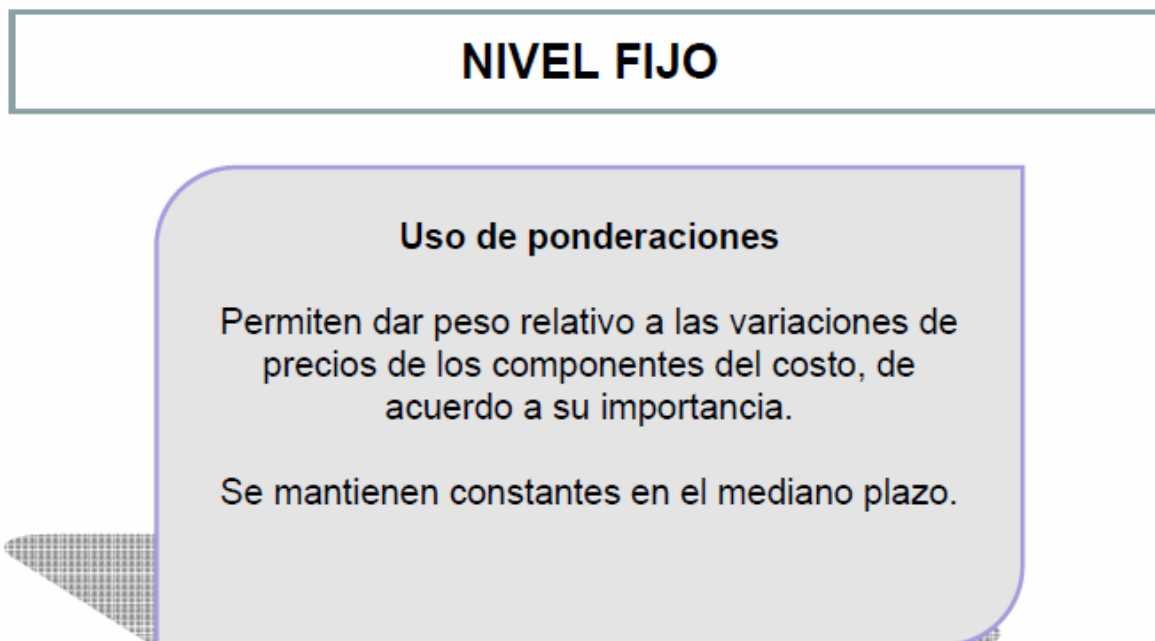
Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas. (Chile)

Tabla No. 3 Ponderaciones de los grupos que forman el ICT

Grupo	Ponderación canasta ICT (%)
1. Combustible	44,56
2. Recursos humanos	21,51
3. Otros servicios relativos al equipo de transporte	6,36
4. Servicios financieros	11,34
5. Sistemas integrales para el funcionamiento del vehículo	16,23

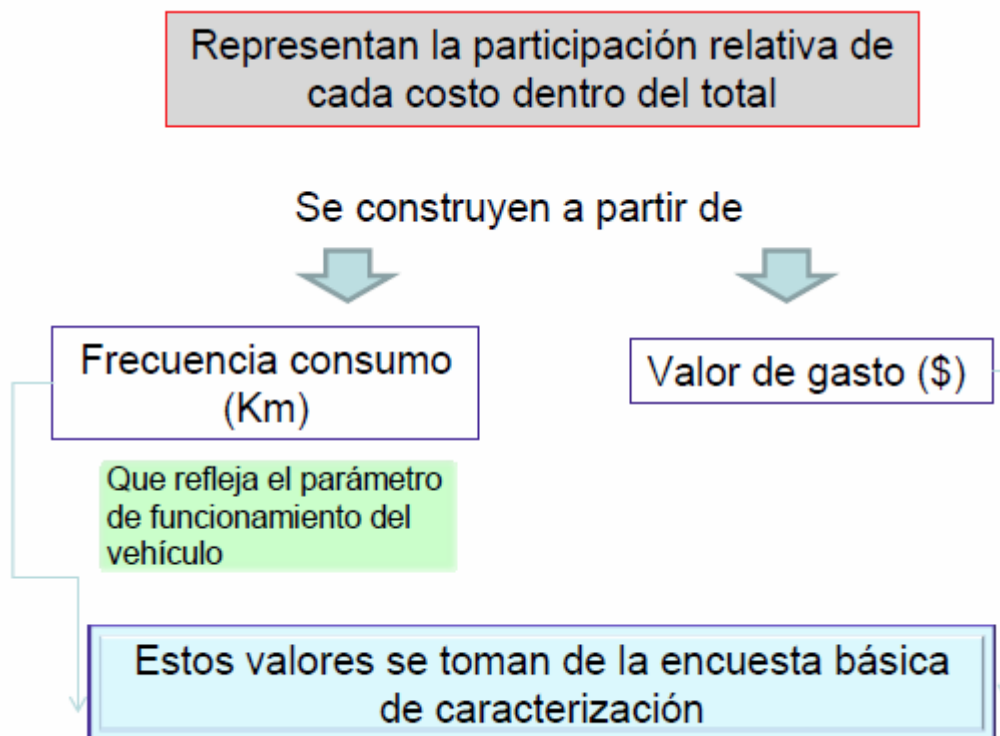
Fuente: Instituto Nacional de Estadística (Chile)

Gráfica No. 3 Nivel Fijo



Fuente: DANE

Gráfica No. 4 Representación Participativa Relativa del Costo Total



Fuente: DANE

1.1.3 Factores Externos que Inciden en el Transporte de Carga.

1.1.3.1 La Relación Transporte de Carga por Carretera y Competitividad. El transporte, de acuerdo con sólidas evidencias internacionales, afecta la producción y el comercio y juega un papel económico vital en la integración de los mercados. Por lo tanto, la calidad y eficiencia de los servicios y la infraestructura del transporte carretero de carga (TCC) son esenciales para el éxito de las políticas y estrategias comerciales como las que viene adelantando Colombia, por el efecto que tiene sobre los costos y la competitividad de sus productos. Los fletes del TCC representan en promedio en Colombia cerca del 22% del total de los costos DFI –Distribución Física Internacional-. Estos pueden incluso llegar al

39% en el caso de las importaciones y del 36% en las exportaciones sumando otros costos.

Si se analizan los costos logísticos, de los cuales el transporte es tal vez el más importante, éstos pueden llegar a representar el 18% para el caso colombiano, según datos del Banco Mundial, porcentaje que es superior a la media latinoamericana. Las condicionantes físicas del país y la ubicación de los principales lugares de origen y destino de las mercancías, lejos de los puertos, exige grandes esfuerzos por mejorar su eficiencia y reducir los costos del transporte.

El impacto del mejoramiento del TCC cobra su verdadera dimensión cuando se observa en detalle el costo de mantener en forma segura y funcional los equipos de Transporte por carretera, es donde el papel del Mantenimiento se vuelve muy importante al actuar como la gerencia de costos. que le permitan administrar cada proceso e involucrar el factor humano como parte integral y participativa para que el costo no se vea incrementado debido a operaciones incorrectas y rutinas mal establecidas o dejadas al azar hasta cuando la unidad de transporte entra en falla.

En los equipos (camiones) con la tecnología de hoy donde la electrónica participa activamente monitoreando en forma constante las funciones del motor y otros mecanismos y componentes, si se explota en la debida forma constituye una excelente herramienta de competitividad, frente a eventuales tratados de libre comercio donde seguramente ingresaran al país empresas de transporte internacional con costos Logísticos y de Mantenimiento ajustados en un modelo de control.

1.2 LA INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE Y LOGISTICA PRESENTA DEFICIENCIAS

- Existe un claro atraso vial. Diversos indicadores así lo indican
- Mayoría de vías con solo una calzada sencilla bidireccional
- Apenas Empieza a conformarse una infraestructura especializada
- La infraestructura especializada no necesita extenderse a toda la red vial
- A las deficiencias de la infraestructura vial se agrega la ausencia de facilidades logísticas
- Sin una infraestructura adecuada, sin facilidades logísticas y sin otros modos de transporte, se enfrenta altos “costos logísticos”.

Tabla No. 4

La calidad de las carreteras principales cada día juega un papel mas importante.

Red pavimentada por millón de habitantes

PAÍS-AÑO EVALUACIÓN	KM/MILLÓN HABITANTES
Colombia-2008	287
Perú-2004	423
Chile-2004	1.047
México-2004	1.712
Argentina-2004	1.816
España-2006	15.450

Fuente: Informe Nacional de Competitividad 2009-2010

Comparación de la red total y la red de doble calzadas, Km

PAÍS	TOTAL RED	RED ALTA CALIDAD	TIPO DE VÍA
Colombia	167.000	800	Doble calzada
Chile	80.443	2.415	Doble calzada
España	600.400	13.800	Autopistas
Alemania	644.500	12.400	Autopistas
Francia	1.005.900	10.800	Autopistas
Italia	487.700	6.600	Autopistas
Estados Unidos	6.358.571	90.205	Autopistas
China	1.642.952	34.300	DC y Autopistas

Fuente: European Road Statistics 2008, Revista del ITE, Vialidad Chile..

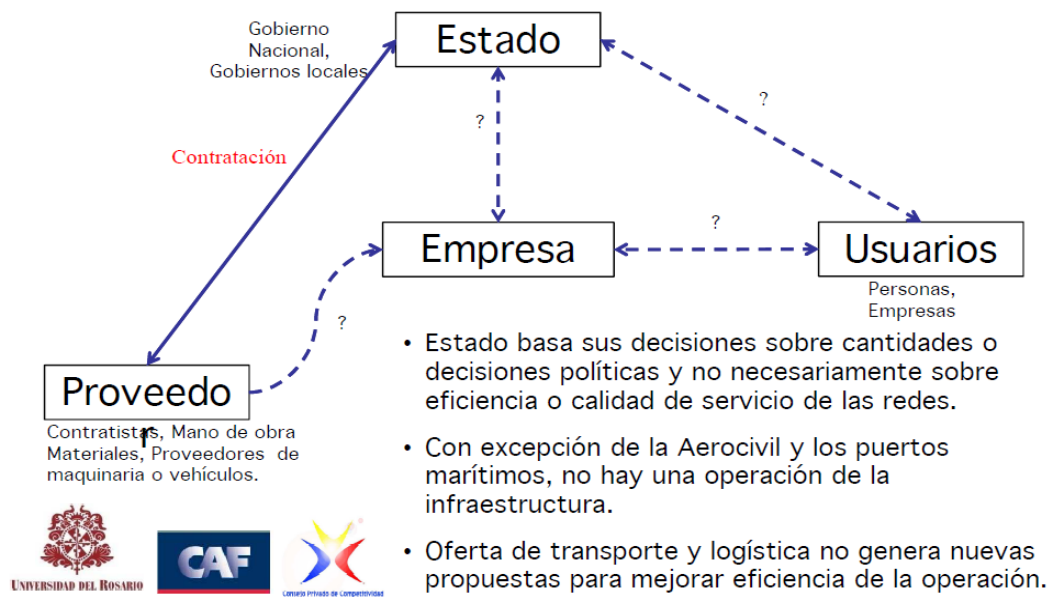
El transporte de carga por carretera no es un elemento único o aislado es un negocio donde aparecen involucrados diferentes actores: Estado, Proveedor o Generador de la carga, la empresa transportadora y los usuarios, tal como se muestra en el siguiente esquema tomado de un estudio de la universidad del Rosario en conjunto con el concejo privado de competitividad y la CAF.

1.3 ACTORES EN LA CADENA DE VALOR DEL TRANSPORTE Y LA LOGISTICA

- Los usuarios han estado marginados de la cadena
- La relación del estado con los proveedores es fuerte pero con los usuarios y operadores es débil
- Cambios en políticas y en la asignación de responsabilidades institucionales afectan el accionar del estado
- La regulación es reactiva y responde mas a situaciones coyunturales que a tendencias o necesidades en la operación del transporte.
- Decisiones en materia de transporte y logística son complejas
- El Comifal es un sitio de convergencia y discusión entre los sectores publico y privado

Gráfica No. 5

Actores en la cadena de valor del transporte y la logística



Fuente: Estudio sobre Logística y Competitividad U. del Rosario – CAF – Consejo Privado de Competitividad.

Tabla No. 5 Composición de la Canasta del Transporte

PRODUCTO	5	1	5	1	BALATAS Y PASTILLAS	0,35964
SUBCLASE	5	1	6	0	SISTEMA DE TRANSMISIÓN	2,39875
PRODUCTO	5	1	6	1	PRENSA	1,14543
PRODUCTO	5	1	6	2	DISCOS	0,72739
PRODUCTO	5	1	6	3	RODAMIENTOS	0,52593
SUBCLASE	5	1	7	0	SISTEMA DE SUSPENSIÓN	1,98902
PRODUCTO	5	1	7	1	AMORTIGUADORES	0,94105
PRODUCTO	5	1	7	2	PULMÓN	1,04797
SUBCLASE	5	1	8	0	REPUESTOS Y ACCESORIOS PARA EL FUNCIONAMIENTO ELECTRICO DEL VEHÍCULO	0,29091
PRODUCTO	5	1	8	1	BATERÍAS	0,29091
SUBCLASE	5	1	9	0	REFRIGERACIÓN	0,24153
PRODUCTO	5	1	9	1	BOMBA DE AGUA	0,24153
SUBCLASE	5	1	10	0	CARROCERÍA	0,40963
PRODUCTO	5	1	10	1	PARABRISAS	0,40963

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (Chile) - DANE

De todo lo anterior se desprende la formulación y estructura en la composición de los costos de la canasta del transporte, los cuales aparecen tabulados en la Tabla No. 6.

Tabla No. 6 Estructura de la Canasta

Estructura	G	C	SC	P		Ponderación (%)
GRUPO	1	0	0	0	COMBUSTIBLES	44,56306
CLASE	1	1	0	0	PETRÓLEO	44,56306
SUBCLASE	1	1	1	0	DIESEL	44,56306
PRODUCTO	1	1	1	1	DIESEL	44,56306
GRUPO	2	0	0	0	RECURSOS HUMANOS	21,51396
CLASE	2	1	0	0	MANO DE OBRA	21,51396
SUBCLASE	2	1	1	0	MANO DE OBRA	21,51396
PRODUCTO	2	1	1	1	MANO DE OBRA	18,92251
PRODUCTO	2	1	1	2	SERVICIO DE MANTENIMIENTO DEL VEHÍCULO	2,59145
GRUPO	3	0	0	0	OTROS SERVICIOS RELATIVOS AL EQUIPO DE TRANSPORTE	6,35547
CLASE	3	1	0	0	INSTALACIONES RELACIONADAS AL EQUIPO DE TRANSPORTE	6,35547
SUBCLASE	3	1	1	0	SERVICIOS RELACIONADOS A LA CIRCULACIÓN DEL TRANSPORTE POR CARRETERA	6,35547
PRODUCTO	3	1	1	1	COBROS POR CIRCULAR EN VÍAS URBANAS E INTERURBANAS	5,57196
PRODUCTO	3	1	1	2	REVISIÓN TÉCNICA	0,22336
PRODUCTO	3	1	1	3	PERMISO DE CIRCULACIÓN	0,56015
GRUPO	4	0	0	0	SERVICIOS FINANCIEROS	11,3385
CLASE	4	1	0	0	SEGUROS	2,91452
SUBCLASE	4	1	1	0	SEGUROS	2,91452
PRODUCTO	4	1	1	1	SEGURO	2,91452
CLASE	4	2	0	0	CRÉDITOS	8,42398
SUBCLASE	4	2	1	0	CRÉDITOS	8,42398
PRODUCTO	4	2	1	1	GASTOS FINANCIEROS EXCLUYENDO SEGUROS	8,42398
GRUPO	5	0	0	0	SISTEMAS INTEGRALES PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL VEHÍCULO	16,22901
CLASE	5	1	0	0	REPUESTOS Y ACCESORIOS PARA EL FUNCIONAMIENTO Y MANTENCIÓN DEL VEHÍCULO	16,22901
SUBCLASE	5	1	1	0	REPUESTOS PIEZAS Y PARTES	3,19851
PRODUCTO	5	1	1	1	REPUESTOS PARA EL DESPLAZAMIENTO DEL VEHÍCULO	3,19851
SUBCLASE	5	1	2	0	LUBRICANTES	2,25996
PRODUCTO	5	1	2	1	ACEITE	2,25996
SUBCLASE	5	1	3	0	SISTEMA MOTRIZ	2,12821
PRODUCTO	5	1	3	1	PISTÓN	0,17517
PRODUCTO	5	1	3	2	ANILLOS DE PISTÓN	0,10616
PRODUCTO	5	1	3	3	PASADOR DE PISTÓN	0,10068
PRODUCTO	5	1	3	4	CAMISAS	0,13174
PRODUCTO	5	1	3	5	KIT DE AJUSTE MOTOR	1,61446
SUBCLASE	5	1	4	0	FILTROS Y CORREAS	2,95285
PRODUCTO	5	1	4	1	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	0,92626
PRODUCTO	5	1	4	2	FILTRO DE PETRÓLEO	0,55600
PRODUCTO	5	1	4	3	FILTRO DE AIRE	1,06492
PRODUCTO	5	1	4	4	CORREAS	0,40567
SUBCLASE	5	1	5	0	SISTEMA FRENOS	0,35964

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (Chile) - DANE

Tabla No. 7 Composición del Parque Automotor de Carga en Colombia

Configuración	Particular			Público			Total		
	Capacidad ofrecida en toneladas	No. Vehículos	%	Capacidad ofrecida en toneladas	No. Vehículos	%	Capacidad ofrecida en toneladas	No. Vehículos	%
C2	463.188	77.198	96,2%	511.362	85.227	73,4%	974.550	162.425	82,8%
C3	32.123	1.789	2,2%	147.616	8.221	7,1%	179.739	10.010	5,1%
C4	367	16	0,0%	4.312	188	0,2%	4.679	204	0,1%
C2S	6.852	295	0,4%	21.437	923	0,8%	28.289	1.218	0,6%
C3S	36.144	929	1,2%	836.056	21.489	18,5%	872.200	22.418	11,4%
TOTAL	538.674	80.227	100,0%	1.520.784	116.048	100,0%	2.059.457	196.275	100,0%

Fuente: Ministerio de Transporte

La tabla contiene la composición del parque automotor de transporte de carga por carretera en Colombia, el cual está conformado por 196275 vehículos, de los cuales el 41% (80.227 unidades) están matriculados en el servicio particular y el 59% (116.048 unidades) en el servicio público para el año 2007.

Según estimaciones del Ministerio de Transporte en este año se movilizaron un total de 129 millones de toneladas en 9.2 millones de viajes, de los cuales, el 93% de las toneladas se movilizaron en 116.048 vehículos de servicio público, con una capacidad instalada de 1.520.784 toneladas. Así mismo según cálculos del Ministerio de Transporte, para el periodo, los vehículos de carga presentaron una utilización promedio del 50% de la capacidad en peso y del 74% de la capacidad en volumen.

Un punto de partida para el análisis de la demanda de transporte consiste en establecer una comparación entre el crecimiento del sector de transportes y el crecimiento del consumo privado (involucra todos los gastos corrientes del consumidor colombiano en vestuario, alimentación, etc.; sin incluir obviamente el transporte).

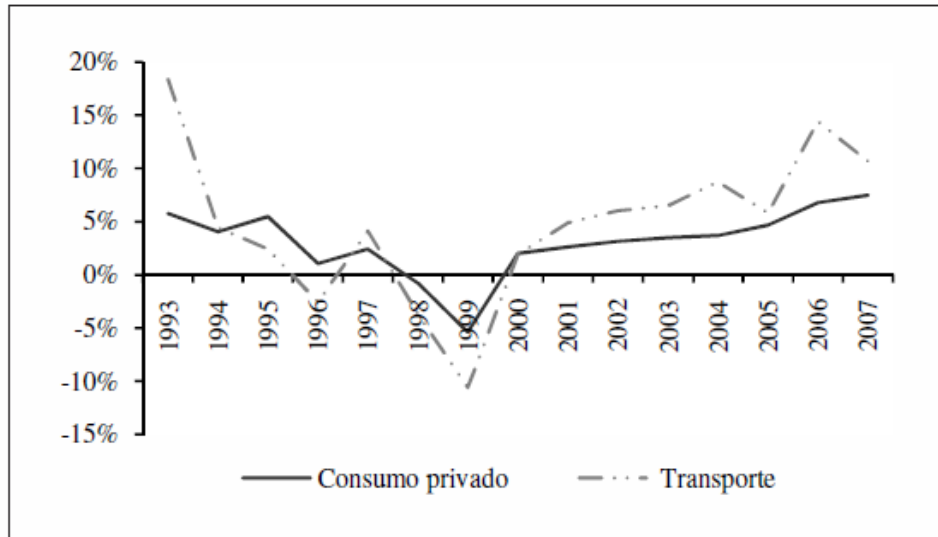
En la gráfica No. 6, se pueden observar las tasas de crecimiento de estos dos tipos de gasto entre 1993 y 2007. En general, se destacan tres características. En primer lugar, el gasto en transporte es procíclico respecto al consumo privado pues ambos han seguido las mismas tendencias, una caída progresiva entre 1993 y 1999 para luego iniciar una progresiva recuperación a partir de 2000. Este comportamiento también es pro cíclico respecto al PIB nacional

En segundo lugar, y a pesar de este carácter pro cíclico, la magnitud de la variación no es la misma. En efecto, para los períodos de tasas de crecimiento positivas, a partir de 2000, el consumo privado (medido en el eje izquierdo) ha tenido tasas que van del 2,01% en 2000 al 7,48% en 2007, mientras que el gasto en transporte (medido en el eje derecho) ha tenido una mayor amplitud pues su variación va del 1,90% en el año 2000 al 14,38% en 2005 (para luego caer al 10,64% en 2007).

En 2001, por ejemplo, el consumo privado estaba creciendo al 2,63% y el transporte estaba en 4,85%, lo que significa que cuando el ingreso aumenta los agentes pueden decidir destinar una mayor parte de sus gastos a la compra de vehículos, a repararlo o viajar.

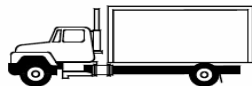
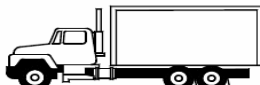
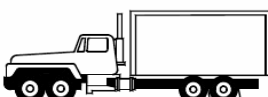


Gráfica No. 6

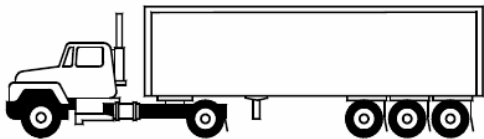

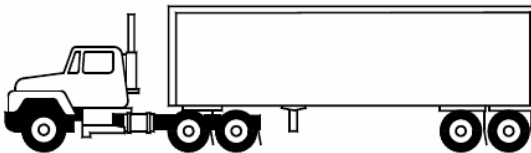
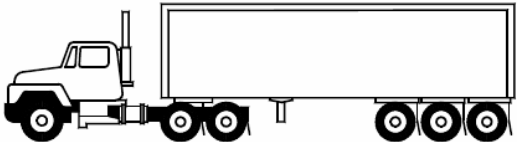
Crecimiento del sector transporte vs Crecimiento del consumo privado, 1993-2007



Fuente: Perfil de Coyuntura Económica No. 13, Universidad de Antioquia

Tabla No. 8 Designación de los Vehículos de carga en el territorio Nacional de acuerdo con la Configuración de sus Ejes

Designación	Configuración	Descripción
C2		Camión de dos ejes Camión Sencillo
C3		Camión de tres ejes Dobletroque
C4		Camión de cuatro ejes
C2S1		Tractocamión de dos ejes con semirremolque de un eje
C2S2		Tractocamión de dos ejes con semirremolque de dos ejes

Designación	Configuración	Descripción
C2S3		Tractocamión de dos ejes con semirremolque de tres ejes
C3S1		Tractocamión de tres ejes con semirremolque de un eje
C3S2		Tractocamión de tres ejes con semirremolque de dos ejes
C3S3		Tractocamión de tres ejes con semirremolque de tres ejes

Fuente: Ministerio de Transporte Resol. 4100 - 2004

Tabla No. 9 Pesos y Dimensiones en los vehículos de Transporte terrestre automotor de Carga por Carretera para operar en la red vial Nacional

Designación	Dimensiones		
	Ancho máximo, m	Altura máxima, m	Longitud máxima, m
2B3	2,60	4,40	18,50
3B1	2,60	4,40	18,50
3B2	2,60	4,40	18,50
3B3	2,60	4,40	18,50
4B1	2,60	4,40	18,50
4B2	2,60	4,40	18,50
4B3	2,60	4,40	18,50
Remolque (R) y remolque balanceado (B)	2,60	4,40	10,00
Semirremolque (S)	2,60	4,40	13,00

Fuente: Ministerio de Transporte

Tabla No. 10 Peso Bruto Vehicular

Pesos máximos permitidos para los equipos de Transporte de Carga en la Red Vial Nacional

Vehículos	Designación	Máximo PBV, kg	Tolerancia positiva de medición kg.
Camiones	2	16 000	+ -- 400
	3	28 000	+ -- 700
	4	31 000 (1)	+ -- 775
	4	36 000 (2)	+ -- 900
	4	32 000 (3)	+ -- 800
Tracto-camión con semirremolque	2S1	27.000	+ -- 675
	2S2	32.000	+ -- 800
	2S3	40.500	+ -- 1013
	3 S1	29.000	+ -- 725
	3 S2	48.000	+ -- 1200
	3S3	52.000	+ -- 1300

Fuente: Ministerio de Transporte (Colombia)

1.3.1 Clasificación. Los vehículos de transporte de carga se clasifican de acuerdo con su sistema de propulsión en:

1 – Vehículos automotores

.

- a) Vehículo Rígido
 - i) Camioneta
 - ii) Camión

- b) Tractocamión

2 – Vehículos no automotores

- a) Semirremolque
- b) Remolque
- c) Remolque balanceado

1.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL TRANSPORTE DE CARGA

La estructura organizacional del transporte de carga por carretera está definida por la normatividad vigente, en la cual se reconocen los diferentes actores de la cadena. Como se muestra en el Gráfico, la cadena productiva la conforman: el generador de la carga, la empresa de transporte, el propietario del vehículo y el conductor del vehículo.

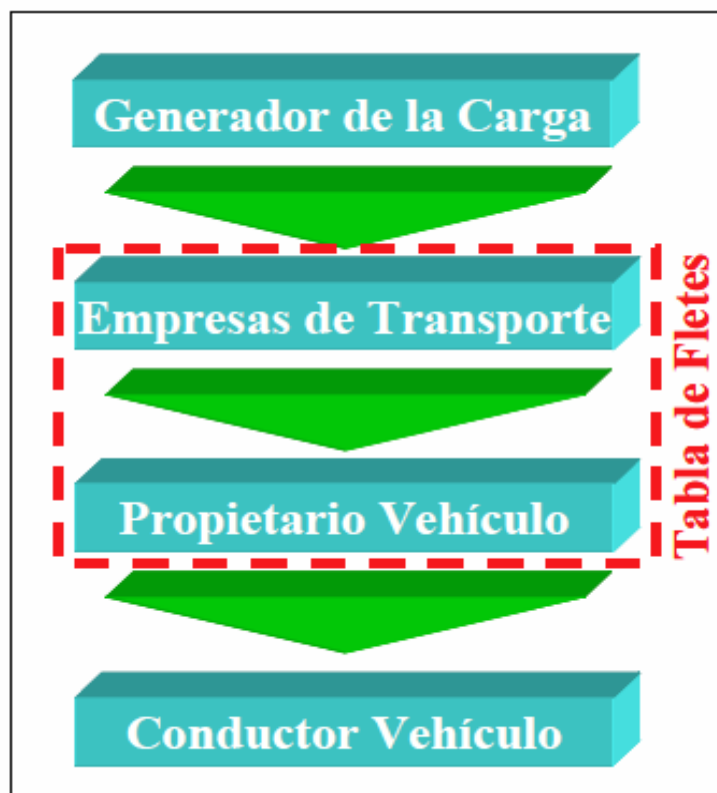
Otros agentes involucrados en esta cadena son el destinatario de la carga y las entidades gubernamentales, que de acuerdo con su naturaleza inciden en la operación del transporte.

Adicionalmente, en el caso de las operaciones de comercio exterior, intervienen las sociedades de intermediación aduanera, así como los puntos de confluencia tales como los puertos marítimos y fluviales, los centros de consolidación de carga, zonas francas y almacenes de depósito, entre otros.

1.5 ESTRUCTURA EMPRESARIAL

En Colombia, existen 1.582 empresas habilitadas para prestar el servicio de transporte de carga por carretera, de las cuales el 59% son sociedades limitadas y el 73% están localizadas en la región andina; esta cantidad es relativamente baja si se tiene en cuenta que en México operan más de 60.000 empresas y en Brasil existen más de 45.000.

Gráfica No. 7 Estructura Organizacional del Sector – Transporte de Carga



Fuente: Documento Compes 3489

1.5.1 El Generador de Carga. Se refiere al remitente de la carga, productor o usuario del servicio. Es la persona natural o jurídica que celebra el contrato de transporte con la empresa de transporte. Es quien entrega la mercancía al transportador, para que la traslade de un lugar a otro actuando por cuenta propia o ajena. Si actúa por cuenta ajena, puede ser un mandatario o comisionista de transporte.

1.5.2 La Empresa de Transporte. Es quien legalmente cuenta con el permiso concedido por el Ministerio de Transporte para prestar el *servicio público de transporte de carga*. La empresa de transporte es una unidad empresarial que debe contar con la capacidad de combinar los recursos humanos, técnicos,

financieros y de información indispensables para la prestación del servicio con altos niveles de calidad y eficiencia Desde el punto de vista del *contrato de transporte* es quien tiene el mandato y responsabilidad legal de llevar o conducir las mercancías, lo cual puede efectuar en vehículos propios o de terceros vinculados permanentemente o temporalmente, según sea el caso.

1.5.3 El Propietario del Vehículo. Es el transportador de hecho al servicio de una empresa de transporte, mediante un contrato de vinculación permanente o temporal del equipo. No hace parte del *contrato de transporte* pero si lo es de la operación necesaria para su ejecución.

1.5.4 El Conductor del Vehículo. Es el operador del medio de transporte, su relación directa es con el propietario del vehículo, y algunas veces es el mismo propietario. Su vinculación laboral generalmente no está formalizada.

1.5.5 Destinatario de la Carga. Es la persona natural o jurídica a quien se envía la mercancía y que puede ser al mismo tiempo remitente y destinatario.

1.6 EL MANTENIMIENTO EN EL TRANSPORTE DE CARGA POR CARRETERA

1.6.1 Introducción. El Mantenimiento puede entenderse como el conjunto de las acciones necesarias para conservar un activo o equipo de acuerdo a las especificaciones de diseño.

En algunas empresas de transporte se piensa que el mantenimiento es un mal necesario el cual tienen que soportar.

Los talleres muchas veces se ven como centros de costos y no se les da la importancia que estos tienen para el buen y económico funcionamiento de los

equipos de transporte, algunos empresarios no miden el crecimiento de estos talleres y los llevan hasta alcanzar un nivel en el cual se puede incluso reconstruir totalmente un vehículo, lo que los convierte en unidades muy pesadas y de difícil control, por lo tanto muy costosas y algunas veces poco eficientes, en otros casos los empresarios no quieren un taller de mantenimiento y reducen su función a lo más básico, afectando la disponibilidad de los equipos de transporte, por tener que desplazarse hasta otros talleres o dejar de cumplir con las rutinas de mantenimiento preestablecidas para el buen desempeño.

Este trabajo se elabora como una guía para quienes trabajan o están en proyecto de hacerlo como administradores o gerentes de mantenimiento en empresas de transporte de carga por carretera, presenta aspectos que deberán ser tenidos en cuenta para tener el control sobre los costos de mantenimiento y todas aquellas operaciones que conforman el plan, proporcionando herramientas de control que si se emplean correctamente y en forma disciplinada pueden ser el inicio de un programa de mejora continua al interior de la empresa. Por lo tanto el autor espera que sea de gran utilidad.

1.7 LA GERENCIA DE MANTENIMIENTO Y LA ALTA GERENCIA

Algunos de los aspectos por realizar en las empresas de transporte de carga por carretera corresponde al desarrollo de herramientas que les permitan reducir significativamente su consumo de combustible, en este sentido se debe desarrollar metodologías en los siguientes temas: Mejoramiento del mantenimiento, Conducción Técnica económicamente, Selección adecuada de los vehículos y Gestión de combustible. Estas metodologías son programas (software) desarrollados para que los encargados de las empresas los apliquen directamente en sus respectivas organizaciones, con criterio gerencial.

Otro aspecto importante a aplicar es la capacitación de las personas involucradas

en el transporte en los diferentes niveles a través de talleres sobre temas relacionados al ahorro de combustible, diplomados sobre gestión de empresas de transporte, cursos de conducción técnica económica para los operadores de los equipos (vehículos); en estos últimos se debe emplear las técnicas de capacitación más actuales y aprovechar los desarrollos tecnológicos para una comunicación y aprendizaje asertivos.

Al interior de la compañía es importante difundir las campañas de ahorro de combustible y mostrar los resultados de casos exitosos para motivar a los operadores a unirse a ellas sin verlo como elemento de descalificación de su trabajo, los resultados positivos deberán ser compartidos con otros empresarios para que apliquen el proceso y de esta forma vean reducidos sus costos de operación.

La asistencia técnica debe ser constante para que la alta gerencia apoye la solución y defina nuevos rumbos con programas y proyectos enfocados a la reducción del consumo de combustible, de esta forma podrá ver los beneficios colaterales que esto conlleva como son: reducción de costos de mantenimiento, mayor duración de los componentes mecánicos, mayor vida útil en las llantas, etc..

La conjugación de programas de ahorro de combustible, combinados con rutinas eficientes de mantenimiento, programas de seguridad vial y capacitación en técnicas profesionales de operación de motores conforman la combinación perfecta para conseguir la reducción de la tasa de accidentalidad en las carreteras, encontrándose como beneficio adicional (valor agregado al proceso).

1.8 TENDENCIAS DE LA GERENCIA DE MANTENIMIENTO HACIA LA MANUFACTURA DE CLASE MUNDIAL

El desarrollo del ser humano y con el de los artefactos esta acompañado al

descubrimiento y uso de las herramientas como la “prolongación de la mano del hombre para transformar la naturaleza”. Desde que el hombre ha existido ha tenido la buena práctica de mantener sus artefactos, afilar las herramientas, preservar los elementos transformadores de la naturaleza.

Luego con la invención de la rueda para dar solución al transporte, aparece el vestigio mas antiguo de lubricación, bien sea con sustancias (grasa) de los animales o con productos vegetales. Según se lee en algunos jeroglíficos.

El concepto de lubricación, aunado al de la clase de lubricante, el método recomendado y eficiente, la frecuencia de lubricación, la duración del lubricante, la herramienta de lubricación, la necesidad de retener dicha sustancia lubricante, la calibración del retenedor, la frecuencia de cambio del elemento y por ultimo los riesgos involucrados cuando las labores de mantenimiento no lograban el efecto de garantizar el transporte de personas y carga con la prioridad de apoyar la supervivencia del ser humano. Constituye el concepto moderno del “paro improductivo”.

Las ventajas obtenidas al realizar una buena y eficiente labor de mantenimiento se resumen en su forma mas primaria como mayor duración y alta disponibilidad de los equipos, con menores costos y menor esfuerzo.

Las labores de mantenimiento deben ser siempre registradas en un eficiente, claro y seguro sistema de información que permita mostrar los resultados y reflejar al valor agregado de la organización y proceso en conjunto, al resultado general de la empresa como negocio. El resultado de los insumos y factores productivos invertidos como área de mantenimiento (debe ser una inversión con retorno) deben aportar en similar sentido. Mantenimiento debe convertirse en un centro rentable manejado con criterio empresarial.

1.9 DEFINICION DE MANTENIMIENTO

Es la función que debe asegurar la máxima efectividad total de la maquinaria, los equipos y los servicios a un costo óptimo y en condiciones satisfactorias de calidad, seguridad y protección del medio ambiente “**Mantenimiento es un factor de producción**”.

1.10 OBJETIVO DEL MANTENIMIENTO

El objetivo principal del mantenimiento consiste en mantener la más alta disponibilidad del parque automotor de la compañía transportadora al más bajo costo posible.

1.10.1 Objetivos Específicos:

- 1- Hacer el reconocimiento de la dinámica de operación de un vehículo de carga, identificando sistemas, subsistemas y componentes principales de estos equipos móviles.
- 2- Recopilar y estructurar información acerca de los requerimientos de Mantenimiento para cada uno de estos sistemas para poder diseñar rutinas de mantenimiento preventivo en las frecuencias debidas.
- 3- Determinar cuáles pueden ser las fallas funcionales, modos de falla y sus posibles efectos y consecuencias en los sistemas y subsistemas de los vehículos de carga.
- 4- Diseñar formatos de registros históricos codificados de consumo de llantas muestras de aceites, varadas, cambio de piezas y mano de obra.

- 5- Diseñar procesos administrativos para la planeación, ejecución y control de las actividades de Mantenimiento.
- 6- Diseñar manuales de entrenamiento para los conductores basados en los catálogos de los equipos y documentación disponible en Internet y otras.
- 7- Elaborar los esquemas requeridos para el diseño o selección de los diferentes módulos de un software que permita el registro de datos de operación y administración del mantenimiento de la flota.
- 8- Diseñar sistemas de evaluación que permitan realizar reposición y adquisición de equipos de forma acertada entre varias alternativas comerciales.
- 9- Elaborar procesos de mantenimiento y monitoreo para el cumplimiento de las normas ambientales vigentes.

2. IDENTIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE UN VEHICULO DE CARGA

2.1 MOTOR

Es el elemento encargado de transformar la energía química en energía mecánica, a través de aire, combustible y calor, esta combustión se denomina interna porque se lleva a cabo dentro del motor principalmente en la cámara, es allí donde la presión y la temperatura generan una acción de empuje sobre la cabeza del pistón dando movimiento a la biela. Este movimiento es aprovechado para generar trabajo a través de la rueda volante.

Figura No. 1 Motor Cummins ISX – para Tractocamión



Motor Cummins ISX - 450 HP

2.2 TRANSMISIÓN DE POTENCIA

Caja de cambios o caja de velocidades (también llamada simplemente caja) es el elemento encargado de obtener en las ruedas el par motor suficiente para poner en movimiento el vehículo desde la posición estática, y una vez en marcha obtener un par suficiente en ellas para poder vencer las resistencias al avance, fundamentalmente las resistencias aerodinámicas, de rodadura y de pendiente.

Figura No. 2 Transmisión de Potencia - Caja de Velocidades Eaton-Fuller – Tomado del Manual de Mantenimiento



2.3 DIFERENCIAL

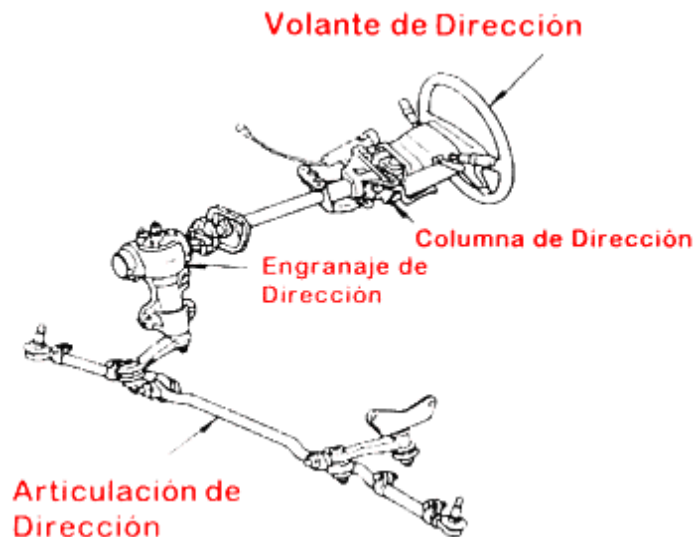
Un **diferencial** es el elemento mecánico que permite que las ruedas derechas e izquierdas de un vehículo giren a revoluciones diferentes, según este se encuentre una curva hacia uno u otro lado, El diferencial consta de engranajes dispuestos en forma de "U" en el eje. Cuando ambas ruedas recorren el mismo camino, por ir el vehículo en línea recta, el engranaje se mantiene en situación neutra. Sin embargo, en una curva los engranajes se desplazan ligeramente, compensando con ello las diferentes velocidades de giro de las ruedas. La diferencia de giro

2.4 SISTEMA DE FRENOS

La misión del sistema de frenado es la de crear una fuerza regulada para reducir la velocidad o para detener un vehículo en movimiento, así como para tenerlo estacionado. Esta acción de frenado se consigue por medio de un rozamiento, es decir, mediante la resistencia al movimiento relativo entre dos superficies en contacto, haciendo que una de ellas, estacionaria, entre en contacto con otro móvil, lo que traerá consigo la disminución de velocidad de esta última, sistema utilizado para conseguir el frenado de los vehículos automóviles. La acción de frenado consiste, por tanto, en absorber la energía calorífica, al hacer rozar una parte móvil solidaria a las ruedas.

2.4.1 Sistema de Dirección. La dirección es el conjunto de mecanismos que tienen la misión de orientar las ruedas directrices y adaptarla al trazado de la vía por la que circula, así como para realizar las distintas maniobras que su conducción exige.

Figura No. 5 Diagrama de un Sistema de Dirección



Fuente: Tomado de www.automotriz.net

2.4.2 Suspensión y Ruedas. La **suspensión** en un camión es el conjunto de elementos que absorben las irregularidades del terreno por el que se circula para aumentar la comodidad y el control del vehículo. El sistema de suspensión actúa entre el chasis y las ruedas las cuales reciben de forma directa las irregularidades de la superficie transitada.

Figura No. 6 Suspensión y Ruedas

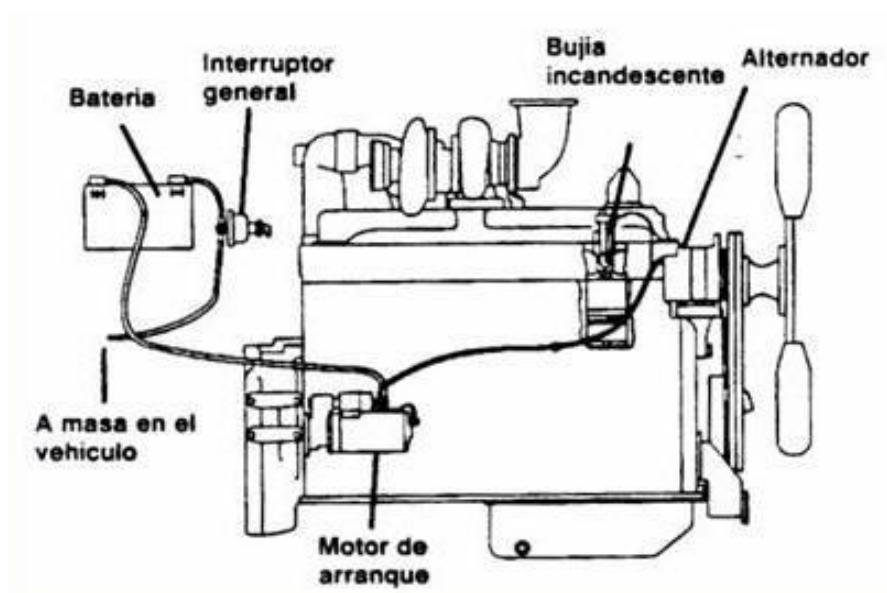


Fuente: Imagen y texto inferior tomado de www.hendrickson-intl.com

PRIMAAX™ EX es una suspensión de aire de servicio pesado de primera calidad diseñada específicamente para las rigurosas demandas de aplicaciones profesionales, servicio severo y de transporte pesado. PRIMAAX EX brinda los mismos beneficios que la PRIMAAX pero agregando características diseñadas para aumentar la durabilidad, fiabilidad y el manejo. La geometría optimizada se caracteriza por una nueva percha de apoyo-soporte y configuraciones de barras de torsión que brindan un incremento en la rigidez y reduce la dirección de rodado para un mejor manejo.

2.4.3 Sistema Eléctrico. El sistema eléctrico, por medio de sus correspondientes circuitos, tiene como misión, disponer de energía eléctrica suficiente y en todo momento a través de los circuitos que correspondan tales como alumbrado, señalización y de otros, que siendo optativos, colaboran en comodidad y seguridad.

Figura No. 7 Esquema de un Circuito Eléctrico



3. COSTO DEL MANTENIMIENTO

El costo de mantenimiento de una flota de transporte depende básicamente de los siguientes aspectos:

- 1- Correcta o Incorrecta selección del vehículo (Fabricante, tren motriz, confiabilidad).
- 2- Actividad en la que se va a emplear (Demanda de uso, recorridos, sobrecarga etc.).
- 3- Mantenimiento (calidad, frecuencia, disponibilidad para hacer rutinas preestablecidas, tablero de control, herramientas de tecnología actuales).
- 4- Política de renovación (duración del ciclo).

3.1 FACTORES DEBIDOS A MANTENIMIENTO QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DE LA FLOTA DE TRANSPORTE

- 1- No aplicar las rutinas y programas de mantenimiento previstos
- 2- Hacer reparaciones de dudosa calidad en aras de reducir costos
- 3- No disponer de personal idóneo , calificado y en número suficiente para ejecutar el mantenimiento a la flota de transporte.
- 4- Dejar tareas pendientes en la orden de trabajo

- 5- Tener un plan y programa de mantenimiento sin indicadores
- 6- Falta de entrenamiento a los conductores operadores de los equipos.
- 7- No aplicar los procesos y procedimientos indicados por el fabricante en los manuales
- 8- Utilizar repuestos genéricos en lugar de repuestos y partes originales con el argumento de que son similares, duran lo mismo y cuestan menos
- 9- No utilizar herramientas y equipos especializados para llevar a cabo las reparaciones.

4. PROCEDIMIENTOS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO (LISTADOS DE RUTINAS)

El programa de mantenimiento preventivo deberá incluir procedimientos detallados que deben ser completados en cada inspección o ciclo. Existen varias formas para realizar estos procedimientos en las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo.

Los procedimientos permiten insertar detalles de liberación de máquina o equipo, trabajo por hacer, diagramas a utilizar, planos de la máquina, ruta de lubricación, ajustes, calibración, arranque y prueba, reporte de condiciones, carta de condiciones, manual del fabricante, recomendaciones del fabricante, observaciones, etc.

Relacionar los procedimientos a la orden de trabajo y los reportes maestros individuales de mantenimiento preventivo. De ser posible utilizar o diseñar procedimientos para la orden de trabajo correctivo, o rutinario. En algunos casos se colocan los procedimientos en un lugar específico en la máquina.

4.1 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

Hasta este punto solo hemos mencionado toda la información de un programa dedicado al mantenimiento preventivo manual o sistematizado.

Cualquier buen sistema de mantenimiento preventivo necesita de esta información y casi cualquier sistema podría hacer buen uso de este frente final de trabajo. Una vez reunido y organizado el trabajo es simple el resto.

Esto por supuesto no es una rutina pequeña pero es donde realmente la fase de implementación comienza.

No debe usted omitir la necesidad de la utilización del factor humano, usted sabe mejor que nadie de las capacidades de su personal en relación al mantenimiento, inspecciones y rutinas, por lo que seguramente necesitara diseñar programas de capacitación tanto para operadores y técnicos.

Una vez que la información está reunida, necesitará revisar la prioridad para comenzar la operación. Deben existir varios reportes que le permiten este tipo de revisión pero el primero a revisar es el programa maestro de mantenimiento preventivo. (Sabana).

Un reporte así, prevé un buen panorama de todos los equipos con registro de mantenimiento preventivo y permite una selección completa y capacidad de ordenamiento para la impresión o elaboración de las órdenes de trabajo, de acuerdo los requerimientos.

Puede también utilizar una gráfica de carga de trabajo. La idea principal es observar las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo con una prioridad definida, y aquellos que no se han generado todavía, con un seguimiento, como la fecha de su generación para su fácil detección.

Con estos dos reportes, el programa maestro de MP y la gráfica de carga de trabajo le serán útiles una vez que haya generado las órdenes de trabajo del mantenimiento preventivo y necesite ajustar la carga de trabajo, proporcionándole también la predicción del MP antes de que se genere y hacer los ajustes necesarios, inclusive a las necesidades de producción de la disponibilidad de maquinaria y equipos.

4.2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA CAMIONES

4.2.1 NIVELES A-B-C-C1 Y C2

Nivel A- Rutinas de Mantenimiento Preventivo a los 8.000 Km

- Cambio de aceite y filtros a motor
- Revisión de sistema eléctrico
- Revisión de llantas
- Revisión de sistema de aire
- Revisión de sistema de frenos
- Inspección total de la unidad
- cambio de aceite a transmisión
- cambio de aceite a diferenciales
- Terqueo de unidad en general

Nivel B- Rutinas de Mantenimiento Preventivo a los 24.000 Km

- Cambio de aceite y filtros
- Revisión de sistema eléctrico
- Revisión de llantas
- Revisión de sistema de aire
- Revisión de sistema de frenos
- Inspección total de la unidad
- Engrasado general de la unidad

Nivel C- Mantenimiento preventivo a los 96.000 Km

- Cambio de aceite y filtros
- Revisión de sistema eléctrico
- Revisión de llantas
- Revisión de sistema de aire
- Revisión de sistema de frenos
- Inspección total de la unidad
- Engrasado general de la unidad
- Revisión de suspensión
- Torque general de la unidad
- Rotación de llantas (si lo requiere)
- Cambio de aceite a transmisión

Nivel C1- Mantenimiento preventivo a los 192.000 Km

- Cambio de aceite y filtros
- Revisión de sistema eléctrico
- Revisión de llantas
- Revisión de sistema de aire
- Revisión de sistema de frenos
- Inspección total de la unidad
- Engrasado general de la unidad
- Revisión de suspensión
- Torque general de la unidad
- Cambio de aceite de transmisión
- Cambio de aceite de diferenciales
- Calibración de motor (válvulas y frenos de motor)

Nivel C2- Mantenimiento preventivo a los 384.000 Km

- Cambio de aceite y filtros
- Revisión de sistema eléctrico
- Revisión de llantas
- Revisión de sistema de aire
- Revisión de sistema de frenos
- Inspección total de la unidad
- Engrasado general de la unidad
- Revisión de suspensión
- Torque general de la unidad
- Cambio de aceite de transmisión
- Cambio de aceite de diferenciales
- Calibración de motor (válvulas y frenos de motor)
- Alineación de ejes

4.3 PLAN DE MANTENIMIENTO PARA UNA FLOTA DE CAMIONES A TRAVES DEL PROGRAMA NAVIGATOR

4.3.1 Objetivo Principal. Estructurar y Presentar a la industria transportadora de carga por carretera un sistema / programa de administración y Mantenimiento de flotas de vehículos, entendiendo por flota un conjunto de 10 o mas unidades, la administración implica garantizar alta disponibilidad de los equipos, confiabilidad, Mantenibilidad y costo racional por kilómetro recorrido o tonelada transportada.

4.3.2 Objetivos Específicos:

1. Poder desarrollar planeación de Mantenimiento
2. Evitar sobrecostos por daños no controlados (llantas)

3. Profesionalizar al operador de equipo de carga para optimizar el gasto de combustible y otros componentes.
4. Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
5. Disminución – Racionalización de los costos de mantenimiento.
6. Optimización de los recursos humanos.
7. Maximización de la vida de la máquina.

4.4 LA APLICACION

- ▶ El sistema de gestión de Mantenimiento Navigator es un software especializado para la administración del mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo de los equipos de carga con base en los parámetros de funcionamiento de los componentes principales y la propuesta de los fabricantes de camiones mas comunes en nuestro mercado (Kenworth, Freightliner, Mack, Internacional entre otros. Permite controlar la hoja de vida y Ordenes de trabajo de los diferentes mantenimientos (Administración del costo/kilometro).
- ▶ Controla la Mano de obra y repuestos utilizados para la realización de los trabajos en las ordenes de trabajo (garantías).
- ▶ Costea las ordenes de trabajo en sus componentes principales de Mano de Obra , Materiales y Servicios Externos- Indicadores de gestión (\$/k)

4.4.1 Trabajando con NAVIGATOR. Este capítulo introductorio contiene información básica para la comprensión y el uso de la aplicación NAVIGATOR. Se plantean los requerimientos mínimos e ideales del sistema, una visión general sobre la interfaz del usuario y sobre los elementos que aparecen en pantalla a manera de convenciones generales.

Se aprende a elegir e interpretar los comandos y a seleccionar las opciones de los menús y submenús, para ejecutar las funciones propias del programa.

En este capítulo también se da un vistazo a la organización y funciones de la **Navigator Wb**, al igual que un derrotero general sobre su uso e implementación. En este capítulo:

- * Requerimientos mínimos del sistema
- * Iniciar la ejecución de NAVIGATOR
- * Una mirada a Navigator – wb
- * Iniciar el trabajo

4.4.2 Una Mirada a Navigator. Esta sección ayuda a entender el **programa Navigator - Wb** para la administración del Administración del Mantenimiento, y a determinar la forma adecuada de implementarlo para lograr la satisfacción de las necesidades de administración del mantenimiento en su empresa.

Al analizar la ventana principal se aprecia como el sistema está conformado por las siguientes funciones, que componen el menú principal. Son ellas:

- * **Infraestructura:** Función que administra el grupo de datos básicos, parametrizables, de mantenimiento de la empresa : Terceros, Ubicaciones Físicas, Almacenes, Unidades de Medida, Monedas, Contadores, Características, Centros de Costo, Centros Responsables, Oficios, Responsables, Otros Conceptos de Costo, Causas Pendientes, Tipos de Actividad, Lubricantes Genéricos, Causas de Cierre, Efectos de Falla, Causas de Falla, Acciones Técnicas, Contratos, Referencias y Conceptos de inventario. También un grupo de tablas previamente configuradas que pueden ajustarse según las necesidades y requerimientos de la empresa.

- * **Equipos u Objetos de Mantenimiento:** Función central del sistema para la definición de **programas** (de Mantenimiento): Es la función que realiza la programación de actividades de mantenimiento rutinarias. Un programa de mantenimiento se define para que genere Órdenes de Trabajo en forma automática y anticipada. Se toman en cuenta trabajos programados de tipo Preventivo, Predictivo, de Calibración e Inspecciones.

- * **Solicitudes de Servicio:** Es el módulo mediante el cual todo empleado autorizado de la compañía, puede solicitar una atención o servicio por parte del área de Mantenimiento. Una Solicitud de Servicio puede ser atendida como tal o puede dar origen a una Orden de Trabajo. El solicitante puede hacer seguimiento del estado de su solicitud.

- * **Órdenes de Trabajo:** Es la función que centraliza la administración de las Órdenes de Trabajo del sistema. Cubre, desde su generación automática o su creación manual, el seguimiento y consulta integral durante su ejecución, hasta su cierre y envío posterior a Historia de Mantenimiento.

- * **Historia de Mantenimiento:** Es el conjunto de funciones que compilan, estudian y analizan la información histórica de los Mantenimientos ejecutados a cada máquina, conjunto o subconjunto de máquina, La Historia de Mantenimiento está conformada por el conjunto de las ordenes de trabajo que se han ejecutado, liquidado, cerrado y trasladado hasta la posición Historia de Mantenimiento. Esta historia compila y refleja la actividad de los Mantenimientos ejecutados en la empresa. Es a partir del resumen histórico de mantenimiento que se genera el balance periódico de gestión, se generan los índices del caso y se realizan una gran variedad de estudios especiales, como por ejemplo análisis de fallas, análisis de, análisis de Confiabilidad o Disponibilidad.

4.5 CENTROS RESPONSABLES

Son los centros especializados encargados de ejecutar las labores de mantenimiento. Se incluyen tanto los Centros Responsables de Mantenimiento propios de la empresa como los externos a ella (Contratistas y Talleres Externos).

Se pueden definir a través de su descripción o de su código según costumbre en la empresa. Para ello existe un espacio reducido, compuesto por diez caracteres; esto debido a la necesidad de asociar posteriormente a cada Centro Responsable el Oficio o Especialidad o los Oficios o Especialidades que le pertenecen.

Cuando se trata de los Centros Responsables Internos de la organización existen varias alternativas de definición:

En primer lugar como Centros especialistas en cada uno de los tipos de mantenimiento: Mecánico, Eléctrico, Hidráulico, Neumático, Reparaciones de latonería y pintura, tapicería, reparaciones mayores etc.

Pero pueden ser también Centros técnicos de mantenimiento multiobjetivo, conformados por especialistas de cada tipo de mantenimiento, que prestan servicio a uno o varios sectores productivos de la organización.

El **Sistema Navigator Wb** administra los Centros Responsables de mantenimiento de la empresa cualquiera que sea su forma en la jerarquía organizacional.

Se debe definir además, como un Centro Responsable, al conjunto de Talleres Externos que prestan servicio a la empresa, por solicitud y a elección de ella, sin que exista un compromiso previo contractual.

De igual forma, debe constituir un Centro Responsable el conjunto de Contratistas, externos, que prestan servicio a la empresa en forma permanente y rutinaria sobre bases contractuales. (Trabajos de soldadura, reparaciones de mecánica de patio, equipos de aire acondicionado, vidriería, cerrajería etc.)

4.5.1 Ejemplos de Centros Responsables:

Talleres Externos	: Tall.Ext.
Contratistas	: Contratis.
Mantenimiento Mecánico	: Mtto.Mec
Taller Eléctrico	: Tall.Elec.
Sistemas de Aire Acondicionado	: S.A.A
Talleres vidriería	: Tall. Vid.

4.5.2 Tipos de Actividad. El objetivo de esta tabla es registrar otros Tipos de Actividad, muchos de los cuales no constituyen formalmente tareas de mantenimiento, pero sí consumen recursos considerables de los propios de Mantenimiento: Horas Hombre de Mano de Obra, Materiales y Repuestos y Servicios Externos.

Estos Tipos de Actividad se usan para caracterizar aún más las Ordenes de Trabajo que no corresponden a uno de los primeros cinco tipos de mantenimiento estándar (Correctivo, Preventivo Manual, Predictivo, Inspección o Calibración) sino que corresponde al Tipo de Mantenimiento Otros. El Tipo de Actividad adicionalmente, puede ser un criterio más de selección y de búsqueda, en estudios sobre Órdenes de Trabajo e Historia de Mantenimiento.

En **Navigator- Wb**; se suministra una tabla de Tipos de Actividad que incluye una recopilación interesante de ellas que el usuario puede enriquecer adicionando nuevas o modificando las existentes.

Algunos ejemplos de Tipos de Actividad que ya hacen parte del sistema **Navigator -Wb-** son los siguientes:

- * EQ-Reposición de equipos
- * EQ-Instalación/Montaje
- * IL-Obra Civil
- * IL-Señalización
- * TV-Limpieza

Donde los dos primeros caracteres, entre otros, significan:

- * **EQ** Otros trabajos sobre Equipos
- * **IL** Trabajos sobre Instala
- * **TV** Trabajos Varios

4.6 CAUSAS DE FALLA

Cuando se presenta una Falla sobre un Equipo es evidente su efecto o su consecuencia sobre la producción y muchas veces tal efecto o consecuencia no refleja claramente la causa real de la falla.

Esta tabla de la Infraestructura está enfocada a las Causas reales de Falla, que normalmente sólo se detectan con claridad a través de una inspección previa o a través del proceso correctivo del problema.

En esta tabla se han propuesto a manera de guía algunas Causas de Falla, agrupadas según orientación de la norma ISO-14224. Se considera que de todas maneras la cultura técnica del área de mantenimiento y su experiencia en equipamiento y procesos específicos podrían variar y/o complementar la propuesta que hace el – **Navigator – Wb.**

Pueden existir muchas causas que provoquen falla, entre las más comunes podemos contar las siguientes:

- * **Problemas de Operario:** Ocurren debido al uso incorrecto por parte de la persona que utiliza el equipo cualquiera que este sea (estático o móvil, camión o inyectora) Uno de los motivos es la falta de conocimiento adecuado del funcionamiento del equipo, que en ocasiones lleva a suponer que opera incorrectamente., cuando en realidad no existen problemas de funcionamiento como tal. Tales situaciones son de ocurrencia frecuente y de ser uno de los primeros puntos que se verifiquen.

Errores en la construcción, Bajo esta categoría se agrupan todos aquellos problemas relacionados con el diseño y la implementación de la primera unidad o prototipo.

- * **Fallas en el suministro de potencia:** Es una de las fallas más frecuentes, proviene de la fuente de potencia. En esta parte se manejan corrientes y voltaje apreciables, además de temperaturas elevadas, los componentes de la fuente están sujetos a esfuerzos eléctricos y térmicos que pueden conducir a fallas en sus componentes. Cuando la fuente de potencia esta averiada, el equipo deja de operar por completo.

Estos problemas son de fácil diagnostico y reparación. Por lo general, deben buscarse primero en los reguladores de voltaje defectuoso, diodos rectificadores abiertos o en corto, condensadores de filtrado dañados y por último, el transformador defectuoso.

- * **Falla de componentes del circuito:** Una de las causas más frecuentes de fallas en equipos digitales proviene de la fuente de potencia. Debido a que en esta parte del equipo se manejan corrientes y voltajes apreciables,

además de temperaturas elevadas, los componentes de la fuente de potencia están sujetos a esfuerzo eléctrico y térmico que pueden conducir a fallas en sus componentes. Cuando la fuente de potencia está averiada, el equipo deja de operar por completo.

Estos problemas son de fácil diagnóstico y reparación. Por lo general, deben buscarse primero reguladores de voltaje defectuosos, diodos rectificadores abiertos o en corto, condensadores del filtrado dañados y por último el transformador defectuoso.

- * **Problemas de Temporización:** Es uno de los problemas más difíciles de diagnosticar se relaciona con la correcta temporización de los circuitos. Parámetros como la frecuencia del reloj, los retrasos de propagación y otras características relacionadas, son de mucha importancia para la adecuada operación de los equipos digitales.

- * **Problemas debidos a Ruidos:** El ruido eléctrico es una fuente potencial importante de problemas en los circuitos digitales. Ruido: Es toda señal extraña que dentro del equipo puede ser causa de operación incorrecta. Las señales de ruido pueden provenir de transitorios en las líneas de corriente alterna o de campo magnético o eléctrico originados en equipos cercanos, así como de interferencias debidas a transmisiones de radio. También es factible que exista ruido generado internamente, el cual puede provenir de suministro de potencia mal filtrados o de componentes mecánicos defectuosos que ocasionen contactos deficientes o intermitentes. (Generadores de corriente, como alternadores o fuentes de poder).

- * **Efectos Ambientales:** A esta clase pertenecen todos aquellos problemas derivados del efecto ambiente en el que opera el equipo. Por ejemplo, es

posible que la temperatura del recinto o sitio donde se ubica el equipo exceda los límites permisibles fijados por el fabricante. Por otra parte, la acumulación de grasas, polvo, químicos o abrasivos en el aire puede ocasionar fallas de funcionamiento. Las vibraciones excesivas también puede ser causa frecuente de problemas. Todo lo anterior puede introducir defectos mecánicos tales como corrosión de conectores, alambres quebrados o contactos de interruptores con exceso de acumuladores que impiden su accionamiento normal.

- * **Problemas Mecánicos:** Son todos aquellos que surgen debido a desperfectos en componentes de tipo mecánico tales como: Interruptores, conectores, engranes, acoples, rodamientos, líneas de conducción de diferentes fluidos (aire, agua, aceite etc.) y otros.

4.7 CODIFICACION DE LOS TIPOS DE FALLA

4.7.1 Fallas de Tipo Mecánico:

- **ME** - Vibración
- **ME** – Desalineación
- **ME** – Deformación
- **ME-** Agarrotamiento
- **ME** – Cavitación
- **ME** – Ruido

4.7.2 Fallas de Material:

- **MA-** Corrosión
- **MA** – Desgaste
- **MA-** Fatiga

- **MA-** Sobrecalentamiento
- **MA-** Quemado

4.7.3 Fallas de Instrumental:

- **IC-** Falla de control
- **IC-** No señal / alarma
- **IC-** Descalibrado
- **IC-** Desconfigurado
- **IC-** Lectura anormal

4.7.4 Fallas de Tipo Humano:

- **HU-** Documentacion / Admón.
- **HU-** Falla de fabricación / Diseño
- **HU-** Falla operacional
- **HU-** Falla de Instalación

4.7.5 Fallas Externas:

- **EX -** Contaminación
- **EX -** Bloqueado /Tapado
- **EX -** No cierra
- **EX –** No arranca

4.7.6 Fallas Eléctricas:

- **EL-** Corto circuito
- **EL-** No hay suministro de energía
- **EL-** Aislamiento eléctrico

4.8 PROCEDIMIENTOS Y PROPUESTAS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

La reparación de equipos Mecánicos Eléctricos y Electrónicos puede resumirse cuatro (4) sencillos pasos:

1. Recolección de Datos
2. Localización del problema
3. Planear y ejecutar la reparación
4. Efectuar procedimiento de pruebas para verificar la correcta operación.

4.8.1 Recolección de Datos. Es aquella en la cual se hace acopio de toda la información pertinente al equipo bajo observación. Por ejemplo, lo primero que debe hacerse es obtener la documentación, en la cual se incluye tanto los diagramas esquemáticos y de circuitos, así como los manuales de servicio y la información de calibración y ajustes.

4.8.2 Localizar el Problema. Es por lo general es lo más difícil, el grado de dificultad y la cantidad de tiempo que esta fase del problema consume, dependen de la complejidad del equipo y la naturaleza del daño. Los siguientes pasos pueden ayudar a desarrollar un método sistemático para la localización de averías:

- a. Verifique lo obvio y sencillo primero que todo, como fusibles, conexiones tomas, acoples, engranajes etc.
- b. Corra los programas de diagnostico si los hay.
- c. Utilice sus sentidos, mirando, oliendo y tocando en busca de temperaturas anormales, elementos quemados, etc.

- d. Verifique que los niveles en todo aspecto sean los correctos (corrientes, fluidos etc.).
- e. Utilice métodos de rastreo de señal.
- f. Ensaye sustituciones sencillas de componentes en cuanto sea posible.
- g. Lleve a cabo pruebas y verificaciones, estáticas o dinámicas.

4.8.3 Conceptos Básicos sobre Equipos Objeto de Mantenimiento. Un Equipo es un Objeto de Mantenimiento. Son Objetos de Mantenimiento, una bomba, un motor, un vehículo, un tren de producción, un ventilador, un tanque, un edificio, una instalación, una red. Se considera entonces un Equipo o un Objeto de Mantenimiento todos aquellos activos de la Empresa que deben ser atendidos y mantenidos por el departamento de Mantenimiento.

Sin embargo también se considera un Equipo, a un componente o subcomponente de otro equipo que exige actividades o rutinas de mantenimiento propias, al que se le definen Programas de Mantenimiento individuales y al que se le asocia una Historia de Mantenimiento individual.

En el **–Navigator - Wb–** hay una tabla de la Base de datos donde se guardan los registros y definición de todo Equipo u Objeto de Mantenimiento. Se denomina tabla de Equipos, allí se definen los Equipos u Objetos de Mantenimiento incluyendo el despiece total o parcial, la ficha Técnica del Equipo y los demás datos del activo Fijo.

4.8.4 Ficha Técnica. La Ficha Técnica de un equipo es el conjunto de información que lo define como un Activo de la empresa y también como un Objeto de Mantenimiento. Como activo de la empresa se define información

relacionada a su Número de Activo interno o Número de Inventario, la información relacionada con el Centro de Costo al que presta sus servicios y el área responsable, se incluye la fecha de compra y el valor en moneda.

Como Objeto de Mantenimiento se define la información técnica del equipo. Esta parte de información técnica se descompone en: Información Básica, Información y Características e Información sobre los diferentes contadores además se incluye el estado al momento de la inscripción. Cada una de estos grupos de información se revisará detenidamente en cada numeral siguiente.

Nota: Antes de proceder a registrar un Objeto de Mantenimiento o Equipo (Ficha Técnica), es importante verificar que toda la información prerequisite ya fue creada en el Sistema. Para un equipo se considera Información Prerequisite: su Ubicación Física, Centro de Costo, Proveedor, Fabricante y Características de Equipos. Esto garantiza una definición ágil del Equipo, al tiempo que garantiza que cada nuevo Equipo similar adquirido tomara toda la información base haciendo más ágil el proceso.

4.8.5 Conceptos Básicos de Programas de Mantenimiento. Antes de adentrarnos en el programa NAVIGATOR como herramienta para la administración y control del mantenimiento de una flota de transporte pesado, es importante conocer algunos conceptos básicos sobre Mantenimiento.

Dentro del ciclo de gestión de mantenimiento en el **-Navigator- Wb-** los Programas de Mantenimiento corresponden a la tercera etapa del ciclo, siendo la primera la Planeación y la segunda la elaboración de presupuestos. Los programas de mantenimiento son herramientas básicas para apoyar las dos primeras etapas y constituyen el medio fundamental para la tercera: programar a futuro en el corto plazo.

Un Programa de Mantenimiento (PM) es el conjunto de información que permite definir, diseñar y programar labores para evitar y anticipar una operación de mantenimiento ante las fallas futuras. El no prevenir tales fallas, estas se presentarán y tendrán que ser reparadas a posteriormente, lo que conlleva mayores costos.

Los Programas de Mantenimiento , son el eje estratégico del **–Navigator- Wb–** , y es en ellos, donde se retroalimentan los resultados de estudios, obtenidos de métodos de análisis de fallas y de costos, aplicados a la historia de los equipos.

Definir un Plan de Mantenimiento, a través de un conjunto sólido , sienta las bases para una gestión avanzada, garantizando al grupo gestor de Mantenimiento, permanentemente, un conjunto de información proyectada a futuro, sobre el cual establecer prioridades y desde el cual administrar para garantizar Confiabilidad, y Disponibilidad.

Un PM es el conjunto de información que describe una Tarea a ser ejecutada rutinariamente en adelante, a partir de un momento en el tiempo.

4.8.6 Presupuesto. El Presupuesto de un Plan de Mantenimiento constituye la columna vertebral de toda organización, es la estimación de los costos, en dinero, en que se puede incurrir al realizar la Tarea de Mantenimiento respectiva. Un presupuesto lo conforman generalmente los siguientes componentes: Mano de Obra, Materiales y Repuestos y finalmente Otros Conceptos.

Realizar permanentemente un Control Presupuestal a los gastos de Mantenimiento es una tarea obligatoria para toda organización. El **–Navigator- Wb** brinda esta posibilidad y para ello, permite definir a nivel de cada Programa y subprograma, hasta la Orden de Trabajo una matriz de presupuesto, que conforme la base para el logro del objetivo planteado.

Crear el Presupuesto a un PM en consiste en hacer una evaluación de las necesidades de recursos por Mano de Obra, Materiales y Repuestos, y Otros Conceptos de Costo, todos ellos discriminados por Tipo de Trabajo.

El Presupuesto de un Programa de Mantenimiento permite conocer de forma anticipada cuales son los recursos necesarios para la ejecución de las acciones de Mantenimiento descritas en el Plan.

4.8.7 Tipo Mantenimiento. El sistema **–Navigator-Wb–** predefine cinco Tipos de Mantenimiento para los PM: Preventivo, Predictivo, Calibración, Lubricación y Otro. Como su nombre lo indica, el Tipo de Mantenimiento discrimina qué Mantenimiento se realiza. Un PM (Programa de Mantenimiento) puede tener sólo un Tipo de Mantenimiento, y es de carácter obligatorio.

4.8.8 Tipo de Trabajo. Navigator-Wb– predefine (aunque pueden personalizarse) cuatro tipos de trabajo: **Mantenimiento Mecánico (MEC), Mantenimiento Eléctrico (ELE), Instrumentación/Electrónica (IEL), Mantenimiento Estructural (MES),** Otros Mantenimientos (OTS) Un Programa de Mantenimiento debe tener asociado al menos un Tipo de Trabajo, es decir que puede tener asignados varios de estos Tipos de Trabajo, dependiendo de la naturaleza de la labor que se realice.

El Sistema por defecto sugiere el primer Tipo de Trabajo definido.

4.8.9 Solicitudes de Servicio. Es el mecanismo para que los diferentes niveles autorizados dentro de una Organización, soliciten la prestación de un servicio al área encargada, normalmente Mantenimiento u otra relacionada (Servicios Generales). Es un mecanismo fácil y simple que permite además de generarla, hacerle seguimiento a una Solicitud. Puesto que hay un trámite de atención, por este mecanismo no es usual enviar o recibir Solicitudes de Servicio urgentes. Se

parte de la base de que corresponde a solicitudes planeadas además, de que el servicio solicitado puede o no prestarse, una vez aceptada la solicitud por el área correspondiente, el paso siguiente es generar una orden de trabajo, que da lugar a la ejecución de la solicitud.

4.9 HISTORIAL DE MANTENIMIENTO

La Historia de Mantenimiento es el centro de acopio de todas las actividades de mantenimiento que se han ejecutado (archivo) Es el centro de información técnica sobre lo que pasó en Mantenimiento, sobre Mantenimiento y sus recursos. El Historial de Mantenimiento está conformado por todas las Órdenes de Trabajo que fueron creadas (abiertas) manual o automáticamente y que fueron o no ejecutadas.

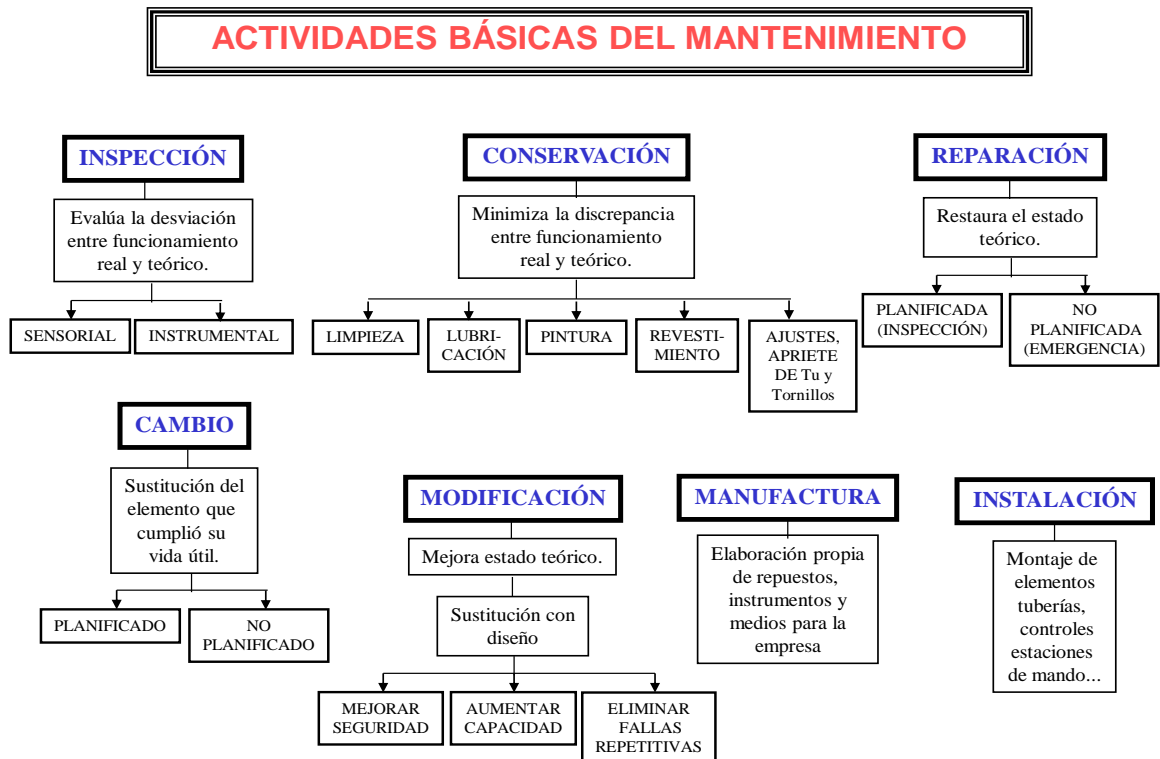
Incluye por cada Orden de Trabajo Histórica, la misma información que contenía la Orden cuando estaba activa. Entonces toda la información correspondiente al Equipo, Orden de Trabajo, Centro de Costo, Área responsable, Tipo de Trabajo y de Mantenimiento, detalle de los Oficios, Materiales y Repuestos utilizados al igual que de sus costos e información general sobre ejecución se mantienen en cada OT Histórica.

Por tanto, es el archivo donde se obtiene la información para proyectar los presupuestos de inversión en Mantenibilidad de equipos, viabilidad de equipos o para responder a solicitudes del tipo informativo como: Listar un conjunto de actividades de Mantenimiento Preventivo, predictivo o todos los correctivos de un periodo. Pueden ser listados con costos o solo por actividad.

El Historial de Mantenimiento es el punto del sistema en el que se elaboran los reportes de gestión de un período y donde se toma la información para generar los Índices de Gestión y todos los indicadores que califican la labor de Mantenimiento,

una vez de elementos a calificar en un periodo.. Desde allí se pueden llegar a generar un poco mas de 150 reportes sobre la parte del historial seleccionada: actividades, presupuesto y gasto real, fallas, consumos de repuestos y de mano de obra, análisis gráficos, reportes de Pareto y muchos otros

Figura No. 8



5. SISTEMA DE MANTENIMIENTO NAVIGATOR

5.1 MANUAL DEL SISTEMA

5.1.1 Navigator. Sistema desarrollado para la administración y control de todos y cada uno de los componentes de un vehículo de acuerdo al periodo de duración basado en los parámetros definidos los fabricantes.

5.1.2 Componentes del Sistema.

5.1.2 Acceso al Sistema. El programa NAVIGATOR esta diseñado con controles de usuario y contraseña para la autorización de aquellas personas, cargos o niveles de la compañía que utilizaran la aplicación, una vez se ingresa están los niveles de administrador y usuario autorizado.

Figura No. 9 Inicio de Sesión

The image shows a screenshot of a software window titled "Inicio de Sesión". The window has a standard Windows-style title bar with a minimize button, a maximize button, and a close button. The main area of the window is a light gray color with a dotted grid pattern. It contains two text input fields: the first is labeled "Usuario:" and the second is labeled "Contraseña:". Below these fields are two buttons: "Aceptar" on the left and "Cancelar" on the right.

5.1.3 Menú Principal. El menú principal permite el acceso a las diferentes opciones de sistema que se muestran a continuación.

Figura No. 10 Menú Principal



5.1.4 Menú Archivo. Al desplegar este menú encontramos las siguientes opciones :

- Imprimir: Permite la impresión de documentos elaborados en el sistema tales como Ordenes de trabajo, Reportes, Ordenes de servicio, etc.
- Cerrar: Permite cerrar dentro del sistema cualquier formulario activo
- Salir: Cierra la aplicación y sale del sistema

5.1.5 Menú Módulos. Este menú contiene las siguientes opciones:

- Definiciones: Contiene las opciones que permiten definir los diferentes componentes de los vehículos al igual que los de la aplicación.
- Vehículo: Contiene las diferentes alternativas para crear y administrar los vehículos, los parámetros para mantenimiento de cada uno de los sistemas, subsistemas y componentes del objeto de Mantenimiento, permite al usuario ingresar novedades y guardar historia.
- Definición de Procesos: Contiene las diferentes opciones para definir los procesos de Planeación y Programación.
- Planeación: Basado en la parametrización permite crear el proceso de planeación para los diferentes objetos de Mantenimiento (Cabezotes – Traylers – Subconjuntos)
- Programación: Crea el proceso de programación de cabezotes, Traylers y todos aquellos objetos de Mantenimiento.
- Orden de Trabajo: Contiene las opciones que permiten generar una orden de trabajo, liquidar la orden de trabajo, actualizar y buscar ordenes de trabajo.
- Orden de Servicio: Contiene la opción de crear ordenes de servicio y actualizar la orden de servicio.

5.1.6 Menú Herramientas. Contiene las opciones de:

- Resumen Sistemas y Subsistemas: Presenta la organización jerárquica de los sistemas y subsistemas asociados al vehículo y/o remolque.

- Fijar la prioridad de un Subsistema: permite definir el nivel de prioridad en la ejecución de los diferentes subsistemas.
- Captura de Kilómetros / Horas: Permite ingresar los kilómetros recorridos por los vehículos o las horas de trabajo asociadas a un componente, equipo de maquina o cualquier elemento objeto de Mantenimiento, de esta forma la aplicación va envejeciendo en el tiempo cada componente de maquina.
- Historial de Mantenimiento: Permite visualizar y generar la historia de los diferentes Mantenimientos ejecutados a un equipo de transporte, maquina u objeto de Mantenimiento en un periodo de tiempo.
- Consulta hoja de Vida: Genera la consulta de todos los componentes actuales de un vehículo con sus respectivas fechas de Mantenimiento, kilómetros de la rutina u horas de trabajo en las cuales se llevo a cabo una intervención de Mantenimiento.
- Actualización Manual: Permite ingresar datos en forma manual para actualizar la edad y estado de Mantenimiento de un componente, al igual que modificar los contadores para devolverlos a cero (caso motores y mecanismos con grandes intervenciones mecánicas –recién reparados)
- Autorizaciones: Contiene la información de todos aquellos trabajos autorizados y ejecutados fuera de las instalaciones de la compañía.

5.1.7 Menú Informes. Este menú contiene las siguientes opciones:

- Reporte diario: Genera un informe diario del estado de las órdenes de trabajo en el sistema.

- **Costos:** Contiene las opciones para generar reportes de costos por diferentes niveles y criterios como: Mano de obra, Materiales, Orden de Servicio, por Subsistema, por Periodo, por tipo de Orden.
- **Aceites:** Genera un informe del comportamiento de consumos de aceite en las diferentes flotas y subflotas que componen el parque automotor de una compañía y que con el seguimiento adecuado le permiten al administrador aquellos vehículos que tienen probables fallas en el motor.
- **Tiempos:** Genera informes de tiempos en taller o de duración de actividades particulares de Mantenimiento asociadas por perfil, por taller o por componente.
- **Control:** Genera informes de las diferentes actividades del taller y el cumplimiento de las labores planeadas

5.1.8 Como Crear Un Nuevo Sistema. Ingrese por la opción de Menú: Módulos ⇒ Definiciones y seleccione el submenú Sistema.

Aparecerá la pantalla para crear, Modificar o eliminar un sistema.

Figura No. 11 Como Crear un Nuevo Sistema

The screenshot shows a window titled "Conceptos" with a close button in the top right corner. The window is divided into two main sections. The top section is a form with the following fields:

- Datos del Concepto**
 - Código:** A text input field containing the number "0".
 - Descripción:** A large empty text area.
 - Función del Concepto:** A dropdown menu with up and down arrow buttons.
 - Recomendaciones y cuidados:** A text area with up and down arrow buttons.

The bottom section contains a table with the following data:

Código	Descripción
13	DOTACION
1700	SISTEMA DE REFRIGERACION
1800	MOTOR
1900	SISTEMA DE DIRECCION
3000	SUSPENSION DELANTERA
3100	CAJA DE VELOCIDADES Y EMBRAGUE
3200	SUSPENSION TRASERA

Seleccione en la barra de herramientas principal la opción de nuevo y luego complete los campos de:



Código: Digite el número con el cual en su compañía identificarán el sistema.

Descripción: Digite la descripción del sistema

Función del concepto: Digite la principal función del sistema

Recomendaciones y/o cuidados: Digite la información adicional referente a recomendaciones y/o cuidados que se debe tener en cuenta por el sistema.

Una vez digitada la información seleccionar el botón **Guardar** en la barra de herramientas principal.



5.1.9 Como Modificar un Sistema. Para modificar un sistema, seleccione el sistema a modificar en la grilla de consulta de sistemas, luego seleccione el botón de modificar el cual habilitara los campos para edición; modifique la información que requiera y luego seleccione la opción **Guardar** para salvar los cambios.

Nota: El campo de código no se puede modificar debido a que es el campo clave del sistema.

5.1.10 Eliminar un Sistema. Para eliminar un sistema se debe asegurar que no existan vehículos con información que haga referencia a este sistema de ser así la aplicación no permite eliminar el sistema.- Primero elimine al información referente al sistema y luego proceda.

Seleccione el sistema a eliminar en la cuadrícula de consulta de sistemas y luego haga click en el botón de eliminar de la barra de herramientas principal.



5.1.11 Crear un nuevo Subsistema. Ingrese por la opción de Menú – Módulos
⇒ Definiciones y seleccione el submenú Subsistema.

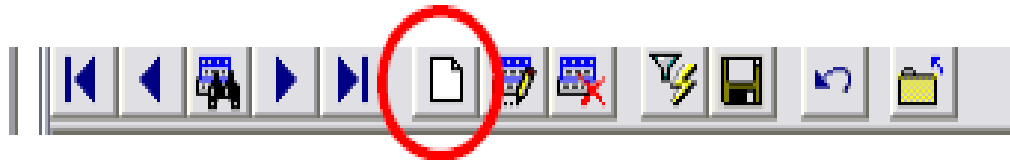
Aparecerá la pantalla para crear, Modificar o Eliminar un Subsistema

Figura No. 12 Crear un Nuevo Subsistema

Datos del Concepto	
Código:	0
Descripción:	
Función del Concepto:	

Subsistemas	
Código:	0
Descripción:	
Función del Subsistema:	
Alcance y Mantenibilidad:	
Recomendaciones y usuarios:	

Seleccione en la barra de herramientas principal la opción de nuevo y luego seleccione el sistema principal al cual pertenece el subsistema a ser creado, al digitar el código del sistema el programa completara los campos de descripción y función y habilitara los campos de:



Código: Digite el número con el cual se identificara el Subsistema

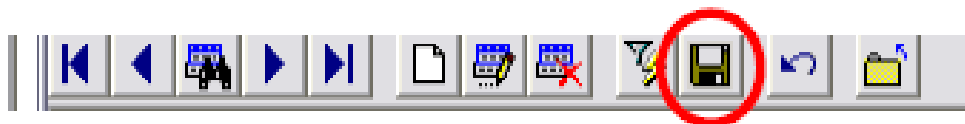
Descripción: Digite la descripción del Subsistema

Función del Subsistema: Digite la principal función del subsistema

Alcance y Mantenibilidad: Digite la información sobre la mantenibilidad y el alcance del Subsistema.

Recomendaciones y Cuidados: Digite toda la información adicional referente a recomendaciones y/o cuidados especiales o particulares que se deban tener en cuenta para el Subsistema.

Luego de digitar la información (llenar los campos solicitados), seleccione el botón guardar en la barra de herramientas principal.



5.1.12 Modificar un Subsistema.



Para modificar un subsistema seleccione el botón de buscar en la barra de herramientas principal y luego.

A dialog box with a label "y cuidados:" and a text input field. Below it is a label "Dato a Buscar:" followed by another text input field.

Digite el código del Subsistema a modificar en el campo “Dato a Buscar” y oprima la tecla “**enter**”, acto seguido aparecerá la información del Subsistema buscado, De un click en el botón de modificar el cual habilitara los campos para edición.



Modifique la información que corresponda y luego seleccione la opción de guardar para salvar los cambios.

Nota: el campo de clave no es modificable debido a que es el campo clave.

5.1.13 Crear un Nuevo Grupo de Vehículos. Ingresar por la opción de Menú: Módulos \implies Definiciones y seleccione el Submenú Grupo, aparecerá la pantalla para crear, Modificar o Eliminar un Grupo.

Figura No. 13 Crear un Nuevo Grupo de vehículos

Datos del Grupo
Número: 5
Marca Vehículos: FREIGHTLINER
Línea Vehículos: CATERPILAR C-12
Años Modelo: 2004
Clase Carrocería: VAN
Clase Motor: CATERPILAR C-12
Peso: 15 Ton. Capacidad: 32 Ton.
Información Adicional:

Conceptos asociados al grupo
 130 - DOTACION PARA EMPLEADOS
 1701 - REPARACION BOMBA DE AGUA
 1702 - CAMBIO TERMOSTATO
 1703 - REPARACION RADIODOR
 1704 - ACCESORIOS SISTEMA REFRIGERACION
 1705 - FILTRO DE AGUA
 1706 - POLEAS Y CORREAS SISTEMA REFRIGERACION
 1707 - SOPORTERIA Y TEMPLETES DEL MOTOR
 1708 - REPARAR FAN CLUTCH
 1709 - INSPECCION FAN CLUTCH
 1710 - INSPECCION DE INTERCOOLER
 1711 - REPARACION POSTE REFRIGERACION
 1712 - CAMBIO REFRIGERANTE
 1713 - CAMBIO CORREA FAN CLUTCH
 1714 - CORREGIR FUGA DE AGUA
 1715 - INSPECCION RADIODOR
 1801 - REPARACION DE MOTOR
 1802 - REPARACION TURBO
 1803 - REPARACION BOMBA INYECCION
 1804 - REPARACION INYECTORES

Placas:
SUL210
SUL211

Seleccione en la barra de herramientas principal el botón de Nuevo para crear un nuevo grupo.

El sistema asignara el código consecutivo del nuevo grupo y habilitara los campos para la creación del nuevo grupo así:



Marca del Vehículo: Seleccione la marca del (los) vehículos a incluir en el grupo.

Línea del Vehículo: Digite la línea a la que pertenecerán los vehículos asociados al grupo.

Años Modelo: Digite el modelo (año), a que pertenecen los vehículos asociados al grupo.

Clase de Carrocería: De las diferentes opciones seleccione el tipo de carrocería que posee el vehículo.

Clase de Motor: Seleccione de la opciones el tipo de Motor que posee el o los vehículos asociados al grupo.

Peso: Digite el peso Bruto Vehicular del vehículo (PBV).

Capacidad: Digite la capacidad de carga del o los vehículos asociados al grupo

Información Adicional: Digite y Grave toda la información adicional que le permita tener un buen registro del o los vehículos, igualmente toda aquella que considere de alguna ayuda futura.

Luego seleccione los subsistemas asociados que tendrá el grupo de vehículos a crear.

Para finalizar seleccione el botón de **Guardar** en la barra de herramientas principal.



5.1.14 Como Modificar un Grupo. Para modificar la información correspondiente a un grupo, recorra los diferentes grupos hasta encontrar el grupo requerido haciendo click en el botón de avance de la barra de herramientas, luego haga click en el botón modificar, el sistema habilitara los campos; Modifique la información pertinente y luego seleccione la opción de guardar para salvar los cambios.

Nota: El campo de Número no se puede modificar debido a que es el campo clave.

5.1.15 Como Eliminar un Grupo. Para eliminar un sistema debe asegurarse que no existan vehículos con información que haga referencia a este grupo. Si existiera algún tipo de información y de todas formas requiere eliminar el grupo, primero elimine la información relacionada y luego si proceda a eliminar el grupo de la siguiente forma:

Seleccione el sistema a eliminar y luego haga click en el botón de eliminar de la barra de herramientas principal.



De esta forma el grupo será eliminado del programa

5.1.16 Como Crear un Parámetro. Ingresar por la opción del Menú Modulo \Rightarrow Definiciones y seleccione el submenú PARAMETROS.

Aparecerá la pantalla para crear. Modificar o Eliminar un Parámetro

A screenshot of a software window titled 'Parametrización de Conceptos'. The window has a title bar with a close button. It contains two sections: 'Datos del Grupo' and 'Datos Parametrización'.
The 'Datos del Grupo' section includes:
- 'Grupo Número:' followed by a text input field and a dropdown arrow.
- 'Clase Concepto:' followed by a text input field.
- 'Clase Motor:' followed by a text input field.
The 'Datos Parametrización' section contains a table with the following structure:

Cod	Descripción	Parámetro	Activo

Para crear un parámetro, seleccione el grupo al cual se va a definir el parámetro, luego seleccione el subsistema y luego haga click en el botón de modificar de la barra de herramientas.



En el campo de parámetro digite el nuevo valor del parámetro y especifique si este estará activo.

1703	REPARACION RADIALCUM		0	SI
1704	ACCESORIOS SISTEMA REFRIGERACION		0	SI
1705	FILTRO DE AGUA	40,000		<input checked="" type="checkbox"/>
1706	POLEAS Y CORREAS SISTEMA REFRIGERACION	240,000		No
1707	SOPORTERIA Y TEMPLIFES DEL RADIALCUM		0	SI

Para finalizar seleccione el botón de Guardar en la barra de herramientas principal.



5.1.17 Para Inactivar un Parámetro. Para Inactivar o eliminar un parámetro, seleccione el grupo, haga click en el botón de modificar, luego seleccione el parámetro y desactive la casilla de Activo, para finalizar seleccione el botón de Guardar en la barra principal de herramientas.

5.1.18 Capturar los Datos del Trabajador. Seleccione la opción de datos Básicos del menú de definiciones, luego haga click en el botón nuevo de la barra de herramientas, rellene todos los campos y de click en el botón Guardar de la barra de herramientas.

Figura No. 14 Captura de Datos del Trabajador

The screenshot shows a software window titled "Captura tiempos Mano de Obra". At the top, there is a date selector set to "Sábado, 21 de Junio de 2008" and a checkbox for "Festivo?". Below this, there are two tabs: "Mano de Obra" (which is selected) and "Materiales". The "Mano de Obra" tab contains two sections: "Datos Personal:" and "Datos Orden de Trabajo:". The "Datos Personal:" section includes fields for "Cédula", "Salario" (with a "\$ 0" value), "Vr. Hora" (with a "\$ 0" value), "Nombre", "Perfil", "Jornada" (a dropdown menu), "Inicio", and "Fin". The "Datos Orden de Trabajo:" section includes fields for "Número", "Item", "Concepto" (with a "0" value), "Placa", "Descripción", "Comentario" (a text area), "Actividad", "Hora Inicio", "Hora Fin", "Cantidad" (with a "0" value), and "Costo" (with a "\$ 0" value). A "Continuar" button is located at the bottom right of the form.

5.1.19 **Captura de Mano de Obra y Materiales.** En esta opción se gravan el tempario del trabajador, los materiales utilizados por cada orden de trabajo.

Figura No. 15 Captura de Mano de Obra y Materiales

The screenshot shows the same software window "Captura tiempos Mano de Obra" with the "Materiales" tab selected. The "Datos Orden de Trabajo:" section is visible, containing fields for "Número", "Item", "Concepto" (with a "0" value), "Placa", "Descripción", "Comentario" (a text area), "Actividad", "Material" (a dropdown menu with a document icon), "Cantidad" (with a "0" value), and "Costo" (with a "\$ 0" value). A "Continuar" button is located at the bottom right of the form.

El botón nuevo de la barra de herramientas, rellene todos los campos y de click en el botón de guardar de la barra de herramientas, para los tiempos siempre se tiene que registrar con una orden de trabajo que este activa y al Ítem que corresponda, de la misma forma los materiales deben existir para que se puedan registrar.

5.1.20 Registro de Vehículos. Para registrar un nuevo vehículo ingrese por el menú: Definiciones \Rightarrow Vehículos \Rightarrow Registro

Figura No. 16 Registro de Vehículos



Luego en la pantalla de registro de vehículos, seleccione la opción Nuevo de la barra de herramientas, rellene todos los campos, seleccione el grupo al cual pertenece el vehículo y haga click en el botón de guardar de la barra de herramientas.

Para modificar los datos del vehículo seleccione de la grilla de la consulta dando doble click sobre la placa y luego oprima el botón modificar de la barra de herramientas, modifique los datos y luego haga click en el botón de Guardar para grabar las modificaciones.

Registro de los vehículos

Vehículos Consulta

Datos Básicos

Placa: No Chasis:

Línea: Categoría:

Modelo: No Ejes:

Color: Seguro Obligatorio:

No. Motor: Vence S. D.:

Última:

Estado: Activo? 0

Nota:

Propio: Si No

Conducir:

Medida Km. Día:

Calcular...

Cancelar

Grupo:

Registro de los vehículos

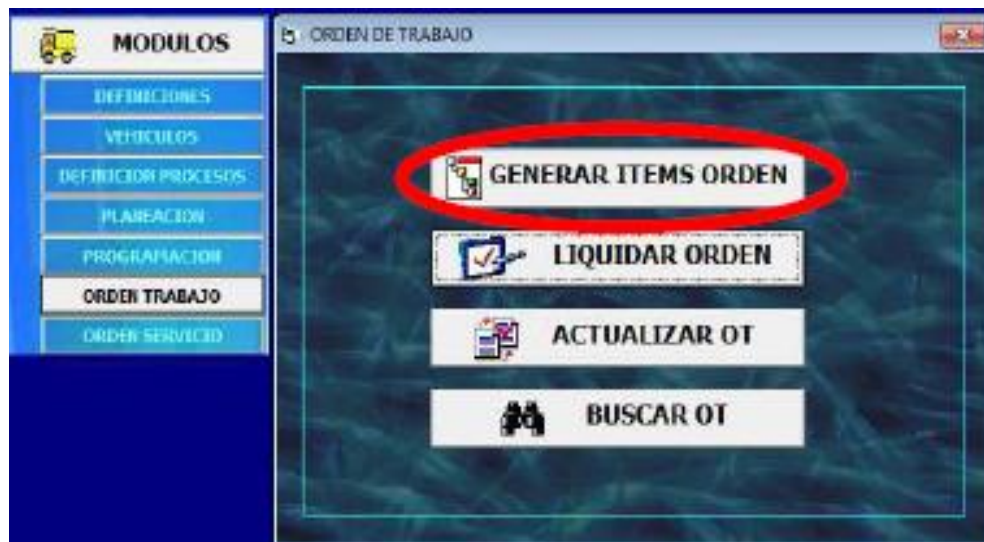
Vehículos Consulta

Desplace una columna aquí para agrandar

Placa	Marca	Color	Tipo	Model	Conductor
R11322	INCA FRUE HAUF	BLANCO	REMOLQUE 2 E	1988	
R22746	INCA FRUE HAUF		REMOLQUE 2 E	2006	
R22750	INCA FRUE HAUF		REMOLQUE 2 E	2006	
R23700	INCA FRUE HAUF		REMOLQUE 2 E	2007	
R23701	INCA FRUE HAUF		REMOLQUE 2 E	2007	
R23703	INCA FRUE HAUF	BLANCO	REMOLQUE 2 E	2007	
R24025	INCA	BLANCO	REMOLQUE 2 E	2007	
R25123	INCA FRUE HAUF	BLANCO	REMOLQUE 2 E	2006	
R25194	INCA FRUE HAUF	BLANCO	REMOLQUE 2 E	2006	
R25195	INCA FRUE HAUF	BLANCO	REMOLQUE 2 E	0	
R26646	INCA FRUE HAUF	BLANCO	REMOLQUE 2 E	2005	
R26653	INCA FRUE HAUF	BLANCO	REMOLQUE 2 E	2005	
R26662	INCA FRUE HAUF	BLANCO	REMOLQUE 2 E	2005	
R481K	INCA FRUE HAUF		REMOLQUE 2 E	2007	

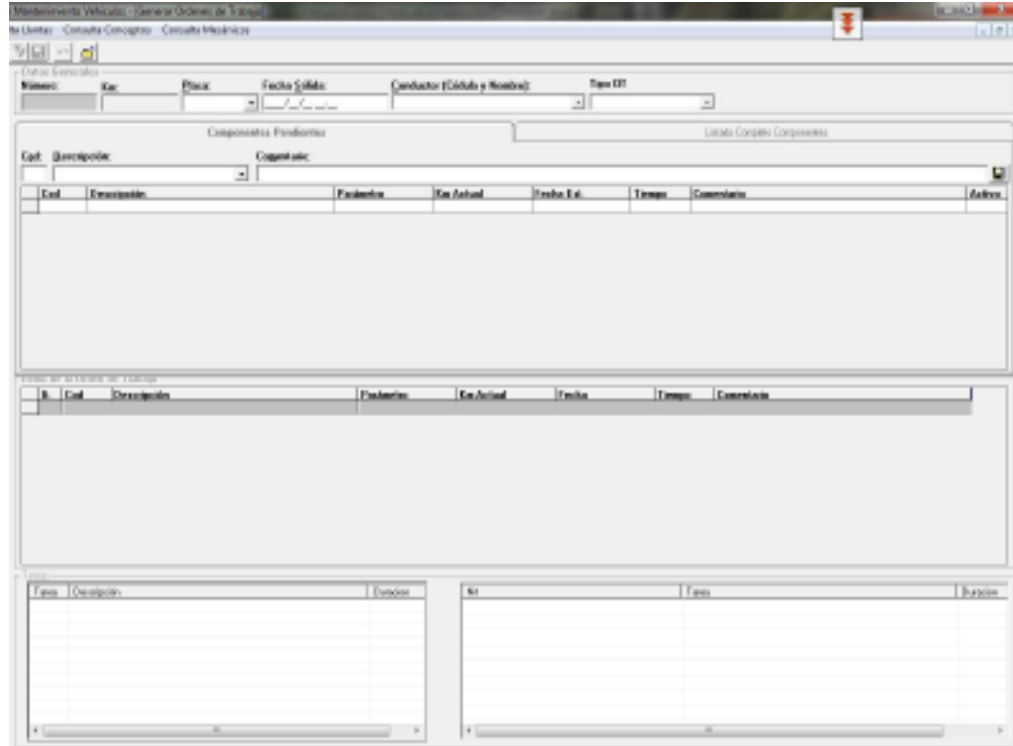
5.1.21 Generar Orden de Trabajo. Para crear una Orden de Trabajo ingrese al Menú: Módulos \implies Orden de Trabajo \implies Generar Ítems Orden.

Figura No. 17 Generación Orden de Trabajo

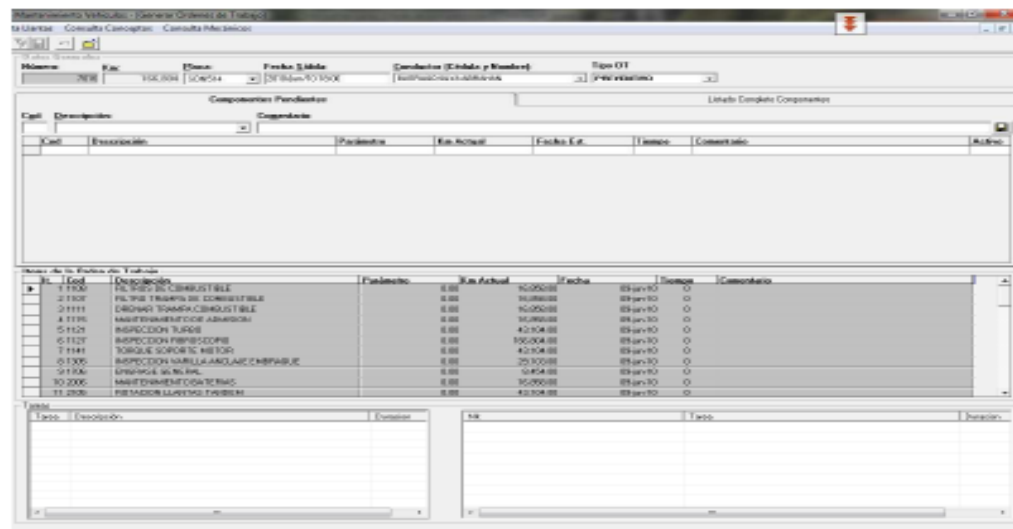


Seleccione la opción Nuevo de la barra de herramientas, luego seleccione la placa del vehículo, la fecha estimada de salida y el conductor asignado al vehículo y haga click en el botón Guardar de la barra de herramientas. Con este proceso el sistema Cargara automáticamente todos los componentes pendientes de Mantenimiento preventivo programado que al momento tengan parámetros

cumplidos o que hayan sido ingresados como novedad del conductor o por que se dejaron pendientes en una orden de trabajo anterior.



Seleccione uno a uno los componentes que se van a realizar en la orden de trabajo y de click en Guardar para pasarlos a la orden de trabajo.

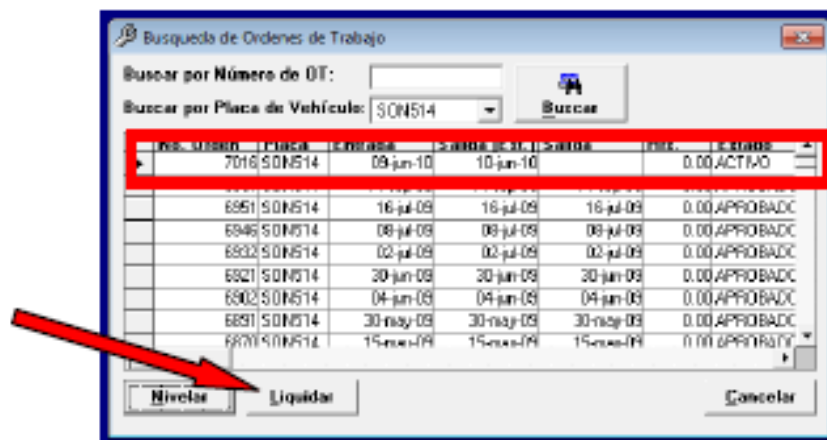


5.1.22 Liquidar la Orden de Trabajo. Luego de realizar las labores en el taller, se debe liquidar la orden de trabajo para dar por realizados o pendientes los trabajos consignados como operaciones de Mantenimiento para un equipo de Transporte en la orden de trabajo.

Nota. Es muy importante tener en cuenta de grabar todos los tiempos, las acciones y los materiales empleados en las operaciones de Mantenimiento antes de liquidar la orden de Trabajo, una vez liquidada (Cerrada) ya no es posible incluir nuevos costos a la orden.

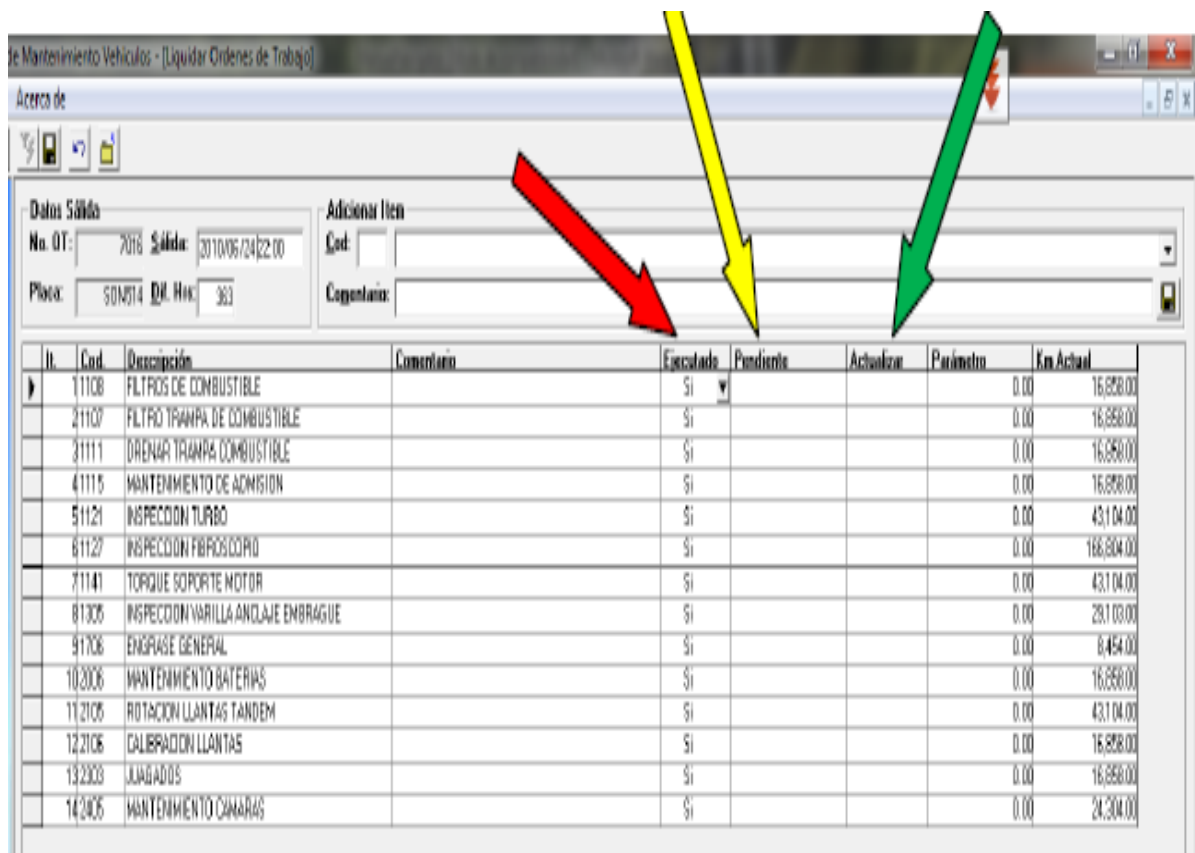
Ingrese por el Menú. Módulos ⇔ Orden de Trabajo ⇔ Buscar orden de trabajo

Figura No. 18 Liquidación de Ordenes de Trabajo



Seleccione el numero o placa a liquidar y Dar click en el botón de buscar, luego seleccione la orden activa y haga click en el botón de liquidar.

Luego aparecerá la pantalla para liquidar la orden, seleccione el botón modificar, registre la hora real de salida del vehículo, luego en la columna de ejecutado seleccione SI/NO de acuerdo a si se realizo o no el trabajo. Si se dejo pendiente y si el Mantenimiento Actualiza el parámetro es decir si los Km del componente vuelven a cero.



Luego haga click en el botón guardar y la orden quedara liquidada.

5.1.23 Orden de Servicio. Utilice el modulo de orden de servicio para registrar las facturas correspondientes a trabajos realizados en los diferentes talleres externos.

5.1.24 Captura de Kilómetros. Este procedimiento es el mas importante para el sistema ya que el proceso de predicción de los trabajos preventivos tiene como base el promedio de los kilómetros recorridos por vehículo para poder realizar estimaciones, por lo tanto es fundamental que se registren y actualicen en forma periódica.

Para registrar el Kilometraje, ingrese por el menú de herramientas, luego el submenú de captura de Kms/Horas.



Luego seleccione la placa, el sistema cargara automáticamente en el campo Km inicial el registro del ultimo Km grabado, luego digite el Km actual del vehículo, y el sistema calculara la diferencia, si no se dispone de los datos Km inicial y Km final (Fig. 1) solo se debe registrar el kilometraje en el campo de kilómetro recorrido (fig.2), luego seleccionar el remolque que hizo complemento al cabezote en el viaje finalizado para que igualmente acumule los kilómetros en los diferentes componentes susceptibles de Mantenimiento. Finalmente registrar la fecha de toma de kilometraje dar Click en aceptar y el sistema de forma automática registra y actualiza todos los kilometrajes en los diferentes sistemas y subsistemas.

Figura No. 19 Actualización Kilómetros

A screenshot of a software dialog box titled 'Actualiza Kilometros'. It has a tabbed interface with 'Kms Vehiculo' selected. The fields are: 'Placa' (dropdown with 'YHK219'), 'Km Inicial' (text box with '100,000'), 'Km Final' (text box with '120,000'), 'Km recorrido' (text box with '20000'), 'Remolque' (dropdown with 'R22750'), and 'Fecha' (calendar with '24/06/2010 22:37'). A red rectangle highlights the 'Km Inicial', 'Km Final', and 'Km recorrido' fields. At the bottom are 'Aceptar' and 'Cerrar' buttons.A screenshot of the same 'Actualiza Kilometros' dialog box. The fields are: 'Placa' (dropdown with 'S00189'), 'Km Inicial' (text box with '0'), 'Km Final' (text box with '0'), 'Km recorrido' (text box with '1300'), 'Remolque' (dropdown with 'R23700'), and 'Fecha' (calendar with '24/06/2010 22:45'). A red rectangle highlights the 'Km recorrido' and 'Remolque' fields. At the bottom are 'Aceptar' and 'Cerrar' buttons.

CONCLUSIONES

Después de trasegar en la investigación para poder ofrecer un producto que además de ser la Monografía para optar un título también sirva como documento base para otros investigadores a fin de mejorar el Mantenimiento en las flotas de Transporte pesado – Carga en Colombia puedo con certeza mostrar por lo menos 5 (cinco) Razones de peso que influyen grandemente en los costos de Mantenimiento de una flota.

- 1- Falta de Líderes Preparados en los programas de Mantenimiento de Camiones, falta por parte de estos líderes de un conocimiento profundo en los mecanismos y características de los grandes camiones.
- 2- No hay en la industria de carga del país una constante en la selección y entrenamiento de los operadores de grandes camiones, hoy todavía muchos operadores consideran que los equipos no han cambiado con el avance de la tecnología.
- 3- Los Industriales del Transporte en Colombia todavía siguen seleccionando vehículos más por la apariencia física que por las prestaciones mecánicas y el rendimiento de los nuevos motores y sistemas de propulsión mecánica, aun es muy incipiente la participación de expertos en la selección de las flotas de Camiones que transportan el desarrollo del país. (se siguen trayendo al país equipos supremamente buenos para otras latitudes y características de terreno y ruta).

- 4- Todavía no se respetan las frecuencias de Mantenimiento Preventivo Programado, porque se considera este rubro como un gasto y no como una inversión que deja magníficos dividendos.
- 5- En el mercado existen pocas aproximaciones a verdaderos Software de Mantenimiento para flotas de camiones, lo que existe es la adaptación de programas que han dado buenos resultados a nivel Industrial, esta es la verdadera razón por la cual este trabajo de Monografía se centro en desarrollar un producto particular para la Industria del Transporte en Colombia, La aplicación NAVIGATOR, está hecha por expertos en el tema de los camiones y particularmente en la industria de carga pesada en el País

Algunos Indicadores para la Gestión del Mantenimiento en Flotas de Transporte Pesado.

- 1- Indicadores de Costos
 - 2- Indicadores de Planeación
 - 3- Indicadores de Confiabilidad
 - 4- Indicadores de Falla
 - 5- Indicadores Operativos
- Los Indicadores más importantes a la hora de calificar el resultado de la gestión de Mantenimiento son. El indicador de Mantenibilidad y el de Confiabilidad, la correcta labor y desempeño adecuado entre estos dos indicadores nos entregan un buen indicador de Disponibilidad.
 - Los Industriales del Transporte deben buscar alianzas estratégicas con los proveedores de repuestos para hacer negocios mas rentables para las dos partes, deben utilizar en forma mas amplia la figura comercial de Consignación en la sede del cliente, de esta forma evita inversiones cuantiosas en Inventarios de baja rotación.

- Buscar verdaderas administraciones de llantas logrando altos índices de Reencauchabilidad
- Montar estrategias de entrenamiento para los operadores a fin de optimizar el rubro mas alto que tiene hoy el Transporte como es el combustible aprox. 43% del costo de transportar – lo que significa rentabilizar la flota en pro de minimizar el costo y de esta forma ser mas competitivos en un mercado cada vez mas agresivo.

BIBLIOGRAFÍA

ALBARRACIN, Pedro Ramón, Mantenimiento Predictivo, Análisis de aceite, Seminario: Universidad Industrial de Santander, 2005. 75 p.

BARRERO, RODRIGUEZ. Ofer, Modelo Gerencial de Mantenimiento para Flotas de Transporte de Carga, Bucaramanga 2005, 83 p. Monografía (Especialista en Gerencia de Mantenimiento) Universidad Industrial DE Santander. Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica.

BOTERO BOTERO, Ernesto. Mantenimiento Preventivo, Seminario UIS.2005 157 p.

CUATROCASAS ARBOS, Luís. Total Productive Maintenance. Barcelona: Gestión 2000, 2003. 311 p.

MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento Estratégico para Empresas Industriales o de Servicios. Medellín: AMG, 2005- 306 p

<http://www.conae.gob.mx/wb/conae/transporte>

<http://www.mintransporte.gov.co/servicios/biblioteca/documentos/documentoshtm>

<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/fin/adminven.htm>

<http://www.wikipedia.org>