



**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
POSTGRADO EN INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

www.bdigitalula.ve

**PLAN DE MANTENIMIENTO EN LINEA BASADO EN MANTENIMIENTO
CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA EL PARQUE AUTOMOTOR DE
LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES**

TRABAJO DE GRADO
Presentado ante el Consejo de Estudios de Postgrado como requisito para
Obtener el grado de:
MAGISTER SCIENTIAE EN INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

Tesista:
Ing. Sara B. Yépez V.

Mérida, 2009.

**C.C. RECONOCIMIENTO -
NO COMERCIAL- COMPARTIR IGUAL**



**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
POSTGRADO EN INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

www.bdigitalula.ve

**PLAN DE MANTENIMIENTO EN LINEA BASADO EN MANTENIMIENTO
CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA EL PARQUE AUTOMOTOR DE
LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES**

TRABAJO DE GRADO
Presentado ante el Consejo de Estudios de Postgrado como requisito para
Obtener el grado de:
MAGISTER SCIENTIAE EN INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO

Tesista: Ing. Sara B. Yépez V.
Tutor: Dra. Mary J. Vergara

Mérida, 2009.

C.C. RECONOCIMIENTO -
NO COMERCIAL- COMPARTIR IGUAL



*A mi linda familia, motor que impulsa mi vida, y.
a la Sra. Dora, luz que siempre nos guía.*

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, ser maravilloso que me ofrece las oportunidades para ser cada vez mejor persona.

A mis **Padres, Jesús y Elia**, pilares de mi formación, su ejemplo y amor han sido la vitrina que me orienta en el camino de lo correcto y de lo posible.

A **Pochi**, por ser la persona comprensiva y amorosa con quien he logrado el proyecto de familia que siempre anhelaba.

A mis hijos, **Ayrton, Sarita, Manuel y Mathias**, lindas personitas que me alientan y enseñan a levantarme de mis tropiezos. Son mi motivo de vida.

A mis queridos **William, Jesús y José Alejandro**, que este esfuerzo les sirva de ejemplo en su camino.

A la **Prof. Mary Vergara**, por su paciencia, colaboración y orientación en el desarrollo de mi formación como especialista de Mantenimiento.

Al **Prof. Oscar Yépez**, por ser siempre un facilitador de conocimientos y experiencias enriquecedoras. Sin Ud., esto no sería posible, muchísimas gracias.

Al **Ing. Pedro Candela**, por estar siempre dispuesto a colaborar en la consecución de este proyecto.

A mi amiga **María Andrea**, por ser la persona que me animó a seguir y no desmayar.

Al **Postgrado de Ingeniería y Mantenimiento** y a la Ilustre **Universidad de los Andes**, por ser los entes rectores forjadores de mí desarrollo profesional y personal.

*Y finalmente, agradezco a **Daniela, Edgar, Marbella, Prof. Simón Figueroa, al Prof. Jesús Araque** (siempre recordado) y demás profesores, quienes durante el Postgrado, contribuyeron al logro de esta meta: mi proyecto de grado, Gracias.*

ÍNDICE GENERAL

	pp.
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL	v
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE GRÁFICOS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMEN.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	12
CAPÍTULO I. MARCO PROBLEMÁTICO.....	15
I.1. EL PROBLEMA.....	16
I.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
I.1.2.OBJETIVOS.....	21
I.1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	21
I.1.2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	21
I.1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA TESIS.....	22
I.1.4. ALCANCE DEL TRABAJO.....	23
I.1.5. LIMITACIONES.....	24
CAPÍTULO II. MARCO DESCRIPTIVO.....	25
II.1. ASPECTOS GENERALES DE LAS INSTITUCIONES	
INVOLUCRADAS.....	26
II.1.1. UNIVERSIDAD DE LOS ANDES.....	26

II.1.2. DIRECCIÓN DE SERVICIOS GENERALES.....	28
III.1.3. DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE.....	30
II.2. ANTECEDENTES DEL MANTENIMIENTO DE TRANSPORTE EN LAS INSTITUCIONES PÚBLICAS Y UNIVERSITARIAS.....	35
CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO.....	40
III.1. TRANSPORTE.....	41
III.1.1. TRANSPORTE DE MOTOR DIESEL.....	42
III.1.2. TRANSPORTE UNIVERSITARIO.....	43
III.2. MANTENIMIENTO.....	43
III.2.1. TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	47
III.2.2. MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (MCC).....	50
III.2.3. PLAN DE MANTENIMIENTO.....	59
III.2.4. INDICADORES DE GESTION DE MANTENIMIENTO.....	59
III. 3. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO ASISTIDO POR ORDENADOR (GMAO).....	61
CAPÍTULO VI. MARCO METODOLÓGICO.....	62
IV.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	63
IV.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	64
IV.3. POBLACION Y MUESTRA.....	64
IV.4. METODOLOGÍA.....	66
IV.4.1. TÉCNICA Y RECOLECCIÓN DE DATOS.....	68
CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	70
V.1. CONTEXTO SITUACIONAL Y OPERACIONAL DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE DEL DEPARTAMENTO DE	

TRANSPORTE DE LA ULA.....	71
V.2. ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOLPILADA.....	83
V.3. PLAN DE MANTENIMIENTO DE UNIDADES DE TRANSPORTE COLECTIVO BASADO EN REGISTROS DE KILOMETRAJES.....	108
V.4. CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO EN LÍNEA.....	109
V.5. PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO EN LÍNEA PARA UNIDADES DE TRANSPORTE BASADO EN EL KILOMETRAJE.....	111
V.6. PROPUESTA DE POLÍTICAS INTERNAS DEL DEPARTAMEN- TO DE TRANSPORTE SEGÚN MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD.....	119
CONCLUSIONES.....	121
RECOMENDACIONES.....	125
BIBLIOGRAFÍA.....	129
ANEXOS.....	132

LISTADO DE TABLAS

- Tabla No. 3.1. Hoja de Registro de Modo de Fallas y Efectos.
- Tabla No. 3.2. Coeficiente de Frecuencia del AMFE de Medios.
- Tabla No. 3.3. Coeficiente de Gravedad del AMFE de Medios.
- Tabla No. 3.3. Coeficiente de Detección del AMFE de Medios.
- Tabla No. 4.1. Lista de Vehículos colectivos del Dpto. de Transporte de la ULA.
- Tabla No. 5.1. Análisis FODA del Departamento de Transporte.
- Tabla No. 5.2. Matriz de Estrategias a partir del análisis FODA.
- Tabla No. 5.3. MCC del sistema de Frenos.
- Tabla No. 5.4. MCC del Sistema de Suspensión.
- Tabla No. 5.5. MCC del Sistema Auxiliar.
- Tabla No. 5.6. MCC del Sistema Chasis-Carrocería.
- Tabla No. 5.7. MCC del Sistema Eléctrico.
- Tabla No. 5.8. MCC del Sistema de Lubricación-Refrigeración.
- Tabla No. 5.9. MCC del Sistema Potencia-Motor.
- Tabla No. 5.10. MCC del Sistema de Transmisión.
- Tabla No. 5.11. MCC del Sistema de Dirección.
- Tabla No. 5.12. MCC del Sistema de Combustible.
- Tabla No. 5.13. MCC del Sistema de Escape.
- Tabla No. 5.14. Plan de Mantenimiento Preventivo de las Unidades de Transporte Colectivo del Dpto. de Transporte de la ULA.

LISTADO DE GRÁFICOS

- Gráfica No. 5.1. Perfil organizacional del Dpto. de Transporte de la ULA.
- Gráfica No. 5.2. Ocurrencia de Fallas de la Unidad 014.
- Gráfica No. 5.3. Ocurrencia de Fallas de la Unidad 019.
- Gráfica No. 5.4. Ocurrencia de Fallas de la Unidad 047.
- Gráfica No. 5.5. Ocurrencia de Fallas de la Unidad 098.
- Gráfica No. 5.6. Ocurrencia de Fallas de la Unidad 099.
- Gráfica No. 5.7. Ocurrencia de Fallas de la Unidad 100.
- Gráfica No. 5.8. Ocurrencia de Fallas de la Unidad 126.
- Gráfica No. 5.9. Ocurrencia de Fallas de la Unidad 127.
- Gráfica No. 5.10. Ocurrencia de Fallas de la Unidad 129.
- Gráfica No. 5.11. Ocurrencia de Fallas de la Unidad 192.
- Gráfica No. 5.12. Ocurrencia de Fallas de la Unidad 196.
- Gráfica No. 5.13. Ocurrencia de Fallas de la Unidad 197.
- Gráfica No. 5.14. Ocurrencia de Fallas de la Unidad 228.
- Gráfica No. 5.15. Ocurrencia de Fallas de la Unidad 255.
- Gráfica No. 5.16. Ocurrencia de Fallas de la Unidad 321.
- Gráfica No. 5.17. Ocurrencia de Fallas de la Unidad 355.
- Gráfica No. 5.18. Ocurrencia de Fallas de la Unidad 376.
- Gráfica No. 5.19. Ocurrencia de Fallas de la Unidad 377.
- Gráfica No. 5.20. Ocurrencia de Fallas de la Unidad 384.
- Gráfica No. 5.21. Ocurrencia de Fallas de la Unidad 385.
- Gráfica No. 5.22. Ocurrencia de Fallas de la Unidad 409.
- Gráfica No. 5.23. Ocurrencia de Fallas de la Unidad 454.
- Gráfica No. 5.24. Frecuencia Relativa de Fallas reportadas en la Unidades de Transporte Colectivo de la ULA, período 2007-2008.
- Gráfica No. 5.25. Frecuencia Relativa de Fallas Funcionales y No funcionales de las Unidades de Transporte Colectivo de la ULA.
- Gráfica No. 5.26. Índice de Prioridad de Riesgo de los sistemas de las Unidades de Transporte Colectivo de la ULA.

LISTADO DE FIGURAS

- Figura No. 2.1. Organigrama General de la Universidad de Los Andes.
- Figura No. 2.2. Organigrama de la Dirección de Servicios Generales.
- Figura No. 2.3. Organigrama del Departamento de Transporte de la ULA.
- Figura No. 3.1. Curva de Weibull o de la Bañera, curva característica de la edad de los equipos.
- Figura No. 3.2. Categorías de mantenimiento preventivo.
- Figura No. 3.3. Proceso de Implantación del MCC.
- Figura No. 4.1. Metodología empleada en ésta investigación.
- Figura No. 5.1. Cubículos Taller Mecánico sin el rayado amarillo en el suelo reglamentario
- Figura No. 5.2. Equipos de Mantenimiento.
- Figura No. 5.3. Áreas de trabajo desordenadas, sucias y sin señalectica de Seguridad y Salud Laboral correspondiente.
- Figura No. 5.4. Taller Mecánico sin identificación y señalectica de H&SI.
- Figura No. 5.5. Área de almacenamiento y resguardo de equipos, sin protección ni identificación.
- Figura No. 5.6. Cubículos con manchas de grasa, aceite y desechos de trabajo en el piso. Elementos de soporte vehicular inadecuados.

RESUMEN

El Plan de Mantenimiento en Línea para el Parque Automotor de la Universidad de los Andes” desarrollado, parte de la necesidad planteada en el ámbito universitario, de la evaluación del servicio de transporte colectivo en ésta casa estudio a propósito de la suspensión temporal del servicio de transporte interno entre dependencias universitarias y las limitaciones para realizar actividades extra-académicas. Se logra determinar entre varios aspectos, que en el Dpto. de Transporte, las tareas de mantenimiento preventivo se reducen a los chequeos que se les efectúan a las unidades de transporte colectivo previo a los viajes que éstos emprenden, y que inclusive los servicios de lavado y engrase no se realizan con la frecuencia mínima recomendada por los fabricantes, por las limitaciones de los recursos del área, tanto en lo que respecta al personal como en las herramientas de trabajo, equipos de detección y repuestos; todo ello aunado a procesos de información inadecuados que imposibilitan el cumplimiento de planes de mantenimiento al igual que la conformación precisa de expedientes de vehículos. Teniendo presente la situación organizacional detectada, se aplicaron las Normas COVENIN 2500-93, 2059:2000, la Matriz FODA, cuestionarios y técnicas de recopilación de data correspondiente a los reportes de fallas de los buses disponibles entre los años 2007 y 2008, para caracterizar la información y así aplicar posteriormente, la metodología del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad y el Análisis de Modo de Fallas y Efectos, que determinan los sistemas que representan en los mismos, los mayores Índices de Prioridad de Riesgos de operatividad (IPR). Se propone entonces, un plan de mantenimiento basado en el kilometraje que especifica frecuencias de atención de cada 5.000 Km, tal como lo recomiendan las casas fabricantes y los IPR determinados, el cual se inserta en un programa automatizado bajo el formato de una Página Web, que permite el registro y procesamiento de solicitudes de transporte colectivo para actividades académicas, la asignación semanal de rutas a los transportes para llevar un conteos discriminados de recorridos y así establecer los tiempos de fuera de servicio de las labores de mantenimiento preventivo que también están estipuladas en el módulo planteado (PREVEN-SATULA) como complemento del actual módulo existente, el cual resulta insuficiente para las actuales necesidades del área.

INTRODUCCIÓN

El término Mantenimiento se ha convertido en la actualidad, en el eslabón diferenciador de las empresas competitivas, al fomentar la preservación de la vida útil de los bienes y activos de las organizaciones y, al darle continuidad a los procesos operativos que se constituyen como la razón de ser de las mismas. Resulta cada vez más común, que tanto las empresas manufactureras como de servicios se planteen, llevar a cabo procesos de prevención de averías en sistemas, equipos y maquinarias, mediante planes y programas de mantenimiento ajustados a las características y requerimientos de los mismos así como a las necesidades de producción. Por la misma razón, no resulta una novedad que se hable de división Producción–Mantenimiento o Procesos–Mantenimiento, pues para lograr la confiabilidad y disponibilidad de las instalaciones y equipos se requiere un “joint-business” o enlace entre ambos, tal como si fueran dos caras de la misma moneda, como una función coordinada para obtener el resultado esperado.

Las diferentes filosofías de producción y de mantenimiento que se evalúan y aplican en empresas de diversos ramos en el mercado, y que se han propagado y extendido a nivel mundial, se han hecho eco en Venezuela, en las empresas transnacionales ubicadas en el territorio así como en industrias del sector primario y secundario donde la repercusión de políticas y estrategias de mantenimiento mal planificado le han ocasionado malestares que han comprometido en ocasiones, su posicionamiento en el mercado y capacidad productiva, y por ende se han visto obligadas a asumir alguna de tales tendencias organizacionales, para sobrevivir y continuar.

Por su parte, en las instituciones públicas-gubernamentales del país ocurre una situación similar pero a un ritmo aún más lento, y de lo cual no escapa la Universidad de Los Andes (U.L.A.), tomando en cuenta que depende de asignaciones presupuestarias que año a año han ido mermando, obligando a

ajustar y asignar la disposición de recursos económicos en las actividades de mayor prioridad; sin obviar, que las políticas erróneas de direccionamiento así como la resistencia al cambio de paradigmas, ha contribuido a retrasar la realización de labores de mantenimiento preventivo como parte del día a día de la organización.

El área en el cual se circunscriben las actividades de transporte dentro de la universidad, es el Departamento de Transporte inserto en la Dirección de Servicios Generales del vice-rectorado administrativo, donde se lleva a cabo la planificación, programación y asignación de las diferentes unidades vehiculares a las actividades del departamento y de las diferentes entidades universitarias, que conforman el inventario del parque automotor de dicha institución. En lo que corresponde a las unidades de transporte colectivo, los autobuses tanto de 28, 32 como de 64 puestos, vale acotar que se dispone de un servicio que se reduce a la ejecución de acciones de mantenimiento correctivo, que limita la prestación del servicio al cumplimiento irregular de las metas establecidas.

De allí que se proponga la formulación de un Plan “Genérico” de Mantenimiento Preventivo en línea de la flota de transporte de la Universidad de Los Andes, que propicie la garantía de operatividad y alcance de la vida útil establecida por el fabricante, por lo menos durante los siguientes 10 años; así como de un conjunto de prácticas que orienten las labores preventivas y predictivas en pro de la optimización y disponibilidad del transporte universitario.

El plan de mantenimiento citado, requiere de la consecución de un conjunto de pasos previos que aseguren la racionalidad y factibilidad del mismo; para ello se lleva a cabo un proceso investigativo que se plasma en los diferentes capítulos en los cuales esta estructurado el presente documento. En el Capítulo I, denominado Marco Problemático, se expone la situación actual que padecen en materia de mantenimiento, los autobuses que suplen a la comunidad de la Universidad de Los Andes, así también las metas que se

pretenden alcanzar una vez culminado este proyecto. En el Capítulo II, llamado Marco Descriptivo, se presenta el ámbito en el cual se desarrolla el proyecto planteado así como el entorno donde se circunscribe el mismo.

De igual manera, se puntualizan en el Capítulo III, citado como Marco Teórico, los diversos términos y conceptos relacionados con el tema tratado. Posteriormente, se presenta el Capítulo IV, Marco Metodológico, donde se describe de forma explícita el diseño de los métodos de evaluación de la data base de la estructura del plan de mantenimiento preventivo y del programa automatizado que podría sustentar al Departamento de Transporte de la Universidad de Los Andes, para hacer efectivas y oportunas las actividades académicas, deportivas y culturales de la institución. En el mismo sentido, se exponen, en el Capítulo V, los análisis y resultados obtenidos de los métodos aplicados para determinar la situación organizacional y operativa del departamento antes citado, y así plantear criterios concluyentes y recomendaciones que deriven el plan de mantenimiento y la página web que se estima incrementará la capacidad de respuesta del departamento.

Se pretende entonces, analizar y renovar los esfuerzos institucionales que se han estado gestando de una forma discreta pero sin pausa por parte del personal de dirección del Departamento citado, para disponer de un sistema de transporte efectivo y completo dentro de la Universidad de Los Andes. Sin embargo, es importante resaltar, que tal propuesta será efectiva en la medida que los dirigentes universitarios asuman un compromiso voluntario de implantar y aprovechar los planteamientos del presente documento, tomando en cuenta que el éxito del mantenimiento en toda empresa u organización depende de las tácticas gerenciales aplicadas dentro de las mismas.

www.bdigital.ula.ve
CAPÍTULO I
MARCO PROBLEMÁTICO.

CAPITULO I

MARCO PROBLEMÁTICO

El trabajo de investigación que se desarrolla a continuación, tiene como tema central, el Mantenimiento Preventivo del Transporte Colectivo de la Universidad de Los Andes. Referido al mismo, se plantea como interrogantes: ¿Se esta realizando Mantenimiento preventivo en las unidades de transporte en nuestra universidad?, ¿Se establecen los mecanismos necesarios para ejecutarlos?, ¿Están las autoridades universitarias enteradas y comprometidas con el papel relevante que implica la disponibilidad oportuna y efectiva de las unidades, para dar sustentación al proyecto educativo que se establece en los propósitos rectores de la misión institucional?.

I.1. PROBLEMA.

I.1. 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El Departamento de Transporte de la Universidad de Los Andes, adscrito a la Dirección de Servicios Generales, tiene como principal objetivo el “proporcionar eficientemente el servicio de transporte y correo requerido para el cumplimiento de las actividades académico-administrativas de la universidad” [web ULA, 2000]. Sin embargo, el acatamiento de tal propósito ha venido disminuyendo desde los años 80, puesto que en primer lugar, la dotación de autobuses por parte de las autoridades, no ha sido continua ni periódica como se esperaba, siendo muy reducido el número de nuevas unidades (16 buses –de los cuales 8 apenas fueron abastecidos en el año 2007-), si se toma en cuenta el crecimiento acelerado y desproporcionado de la comunidad universitaria. Ello, al punto que la adquisición de dichos bienes se ha dado más por la vía de las donaciones (por parte de la Oficina de Planificación del Sector Universitario – OPSU-) que por la compra directa a concesionarios.

La flota de autobuses, hoy por hoy, esta conformada por 27 unidades para realizar las actividades de transporte que comprenden las rutas internas, entre dependencias universitarias y, las rutas externas, estipuladas para actividades extra –académicas (prácticas de campo, visitas industriales, relaciones inter-institucionales y otros), de las cuales el 33% fueron adquiridas entre los años 70-90, lo que implica la disposición de autobuses con una vida útil agotada, sin obviar el aspecto de que este amplio grupo esta siendo considerado para su desincorporación por el alto índice de reparaciones que se reportan en el año y por la poca disponibilidad de repuestos originales (si se tiene presente que las empresas fabricantes garantizan refacciones en lapsos de tiempo que no superan los cinco -5- años y las imitaciones que se utilizan limitan los tiempo de operación de dichas unidades).

En segundo lugar, las compras de unidades de transporte realizadas, producto de procesos internos de licitaciones ^[1], fueron el resultado de disposiciones económicas que soslayaron las recomendaciones y consideraciones técnicas formuladas por los expertos del Departamento de Transporte, generándose así la conformación de una flota variada y diversa de autobuses en cuanto a marcas y modelos, que no se rige por la condición de uso ni por la normalización de las actividades de mantenimiento que supone un mismo fabricante.

De lo antes mencionado, vale acotar que desde el año 2007 se inició en el Dpto. citado, la clasificación de las unidades según restricciones de funciones, determinándose por los motivos expuestos en el párrafo anterior, que la mayoría de las unidades que datan antes del 2000 así

[1] Actualmente las licitaciones de bienes y activos de las Universidades Públicas (Art. No. 2) se rigen por la nueva Ley de licitaciones publicada en Gaceta No. 5556 del 13 de noviembre de 2001, la cual entre otros apartados establece que deben realizarse éstos procesos bajo la conformación de Comisiones que deben regirse por la Ley de materia de procedimientos administrativos (Art. 11-14.Oficial).

como algunas de las más recientes (3), adolecen de los documentos de compra o certificados de origen y/o de los respectivos documentos técnicos (manuales de operación, de mantenimiento y planos de despiece), quebrantándose así la cultura de adquisición efectiva de unidades y entorpeciendo las labores de operación y mantenimiento, por no disponerse de un expediente o historial de mantenimiento que aproveche las recomendaciones por parte del fabricante del uso adecuado, posibles fallas y frecuencias de cambio de piezas.

En un tercer lugar destaca, el hecho de que el personal que opera o conduce las unidades disponibles (Chóferes), no ha recibido, ni siquiera para el momento de su ingreso, el entrenamiento correspondiente al uso, cuidado de tales vehículos, manejo de leyes y reglamentos (Leyes de Transito, Manejo de situaciones de conflicto, entre otros), olvidándose así la premisa de que el operador se constituye como el primer mantenedor y de que en los primeros intercambios de información se dan los incipientes nexos de pertenencia e identidad institucional. Siendo el agravante de tal situación, el hecho de que la Dirección de Personal, en el documento contractual y en el perfil del cargo, exime a éste personal de la realización de cualquier mantenimiento (ni siquiera lo que corresponde a limpieza –información obtenida de entrevistas al personal del Taller de Transporte).

En este mismo orden de ideas, cabe agregar que la asignación de los conductores a las unidades de transporte se hace de manera aleatoria, lo cual no permite que cada autobús tenga un conductor fijo; trayendo esta situación consecuencias desde el punto de vista de operación, funcionalidad y problemática en el momento de establecer responsabilidades al presentarse alguna avería o desperfecto en una unidad, por no estar familiarizado en su totalidad con la unidad, además que a las unidades a pesar de contarse con el formato, no se les registra su condición de uso ni al entregársele al chofer ni al entrar la unidad en el estacionamiento del Dpto.

En otro orden de ideas, el presupuesto universitario, desde hace más de 10 años no considera en la asignación de recursos, partidas destinadas a la adecuación de la infraestructura del Departamento de Transporte que posibilite las labores propias de mantenimiento preventivo y predictivo, todo ello por cuanto no hay sinceración en los presupuestos ni en los inventarios, y por ende no se cuenta con un estimado real que oriente la distribución equilibrada de los mismos. La OPSU, en los procesos de asignación periódicas, no toma en cuenta los requerimientos formulados por la Oficina de Planificación y Desarrollo de la ULA (PLANDES) en concordancia con la Dirección de Servicios Generales.

Asimismo, en el Departamento de Transporte, reporta en los últimos dos años, en las Memorias y Cuentas publicadas en la web (año 2006-2007), que las labores de mantenimiento que se efectúan son en un 85% de tipo correctivo, lo que deriva un incremento de los gastos comparados con los presupuestados para el área.

Aunado a esto, no se cuenta con estudios de distribución y utilización del espacio adecuado para realizar las labores de mantenimiento, incrementándose día a día, las situaciones de riesgo dentro de instalaciones inseguras, donde incluso, la dotación de higiene y seguridad al personal se ha realizado de forma incompleta en las asignaciones anuales que efectuadas por la Dirección de Personal, obviando aspectos relevantes del área de trabajo (escaleras móviles, andamios para transporte, cascos dieléctricos, entre otros).

Ocorre de igual forma que en el Dpto. no se dispone de Bancos de Prueba, equipos de doblado de láminas, equipos de montaje y desplazamiento de objetos pesados en estados de operatividad deseados, equipos de análisis de vibración, de análisis de aceite ni equipos de apoyo de nuevas tecnologías (sensores y detectores de fallas de motores compactos), para unidades de reciente adquisición.

De allí que las labores de mantenimiento rutinario, se limiten a la renovación de los fluidos (lubricantes), cambio de los filtros de aceite, de aire y de combustible (los cuales en algunos casos se realizan en empresas por tercerización), a la revisión y sustitución de frenos (cuando se reportan síntomas), reposición de baterías vencidas y cauchos en mal estado, y cambios de bombillos quemados. Asociado a los puntos mencionados, el Recurso Humano del área de Mantenimiento del Departamento de Transporte, capacitado para atender los buses de tecnología anterior y reciente es escaso, pues no ha habido reposición de personal en los últimos años, tomando en cuenta que en la actualidad el personal jubilado supera al personal activo (solo han ingresado dos ayudantes de mecánicos entre el año 2000 y la fecha).

El personal del área de mantenimiento al igual que los chóferes, no cuenta con un sistema de capacitación ni de actualización, motivado a que, según la Dirección de Personal, la deficiencia de presupuestos restringe la realización de los mismos, teniendo en cuenta la automatización de las labores de mantenimiento en unidades de nueva generación; resaltando que cualquier curso ofrecido por proveedores externos y aprovechado por el personal, ha sido dispuesto porque el Departamento de Transporte ha tenido que ajustar su debilitado presupuesto para tales fines.

Por último, pero no menos importante, la reinante desconexión que el Departamento de Transporte ha mantenido con las áreas académicas de Ingeniería Civil, Postgrado de Vialidad, Ingeniería Mecánica, Postgrados de Ing. Mecánica y de Mantenimiento, Economía e Ingeniería Eléctrica, que desaprovecha la experiencia y conocimiento sobre esta problemática real, lo que pudiese en gran manera solventar muchos aspectos de planificación y distribución adecuada de los recursos presupuestarios, si se conformaran equipos de trabajo multidisciplinarios que atacasen por diferentes flancos los obstáculos mencionados.

I.1.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO.

I.1.2.1. OBJETIVO GENERAL.

Elaborar un plan de mantenimiento integral en línea, que contemple las diferentes funciones estratégicas del Departamento de Transporte de la Dirección de Servicios Generales de la ULA, de manera que se garantice la disponibilidad operacional del parque automotor, reduciéndose al mínimo el mantenimiento correctivo y potenciándose el mantenimiento sistemático basado en una cultura de planificación, prevención y mejora permanente.

I.1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Realizar el diagnóstico organizacional, para establecer las brechas situacionales del Departamento de Transporte de la ULA, mediante el uso de metodologías y técnicas que determinen las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades del área, así como la documentación existente, procedimientos, políticas de trabajo, capacidad real e instalada, recursos computacionales y software, al igual que las actividades de mantenimiento que se ejecutan.
- Caracterizar la data recolectada para definir las condiciones de trabajo real que determinan el Departamento de Transporte de la Universidad y la disponibilidad real de las unidades de transporte.
- Formular las estrategias de trabajo y organizacionales dentro del Departamento de Transporte, que orienten el desarrollo del plan de mantenimiento macro y minimicen las discrepancias organizacionales.
- Definir la estructura del plan de mantenimiento fundamentado en las teorías y filosofías de mantenimiento que mejor se adapten al área, a la logística de la organización y a los instrumentos de manejo de información disponibles, de manera que al optimizarlos.
- Establecer los indicadores operacionales y de mantenimiento referencias para el desarrollo del Plan de Mantenimiento.
- Desarrollar el plan de mantenimiento preventivo en línea, mediante la construcción de la página web del Departamento que incorpore los módulos computacionales operativos con el módulo de mantenimiento

preventivo que incluye el plan y que se alimenta desde las dependencias solicitantes del servicio, aspecto que reforzado con la realización de charlas a los diferentes niveles operativos del departamento y de la Dirección de Servicios Generales, permita la oportuna y segura toma de decisiones.

I.1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL TRABAJO.

El Departamento de Transporte de la Universidad de Los Andes, no dispone desde hace muchos años, de un plan de mantenimiento preventivo adecuado a los requerimientos de las diversas unidades de transporte y menos aún los de las dependencias de ésta casa de estudio, puesto que es el mantenimiento correctivo, el tipo de trabajo de mantenimiento que actualmente rige el desenvolvimiento del área, lo que representa para la institución un costo elevado operativo y económico, que se evidencia en las Memorias y Cuentas de la ULA año 2005, 2006 y 2007 disponibles en la web de la universidad, destacándose en el último año que de la inversión anual ejecutada por el departamento, el 85% lo cubren las actividades de mantenimiento correctivo del parque automotor.

Ante tal situación, se ha generado la necesidad de desarrollar un plan de mantenimiento que propicie el aumento de la disponibilidad de unidades de transporte colectivo según los planes de asignación de los mismos y por ende, la disminución del uso de recursos económicos en las labores de reparación de la unidades declaradas “fuera de servicio”, que a la larga se constituyen en costos de oportunidad importante, por lo que en reiteradas ocasiones se han tenido que contratar unidades externas para solventar compromisos académicos y de otro índole ineludibles o en el peor de los casos, se ha tenido que suspender o posponer las mismas por no contarse con una unidad vehicular.

En resumen, esta propuesta de plan de mantenimiento preventivo de la flota de autobuses de la ULA, pretende aumentar la mantenibilidad del servicio de transporte, de modo que los tiempos fuera de servicio

promedio disminuyan considerablemente, mediante la incorporación de actividades de mantenimiento rutinario y periódico que preserven las condiciones de operatividad de las unidades así como la utilización de indicadores de gestión de referencia que orienten la correcta ejecución de las actividades del Departamento. En el plan propuesto se persigue la distribución y asignación racional del recurso humano, de las herramientas, insumos de trabajo, combustible, lubricantes, repuestos, instalaciones, equipos de apoyo y por tanto de las unidades de transporte inventariadas.

Por otro lado, se pretende establecer normas y políticas de cumplimiento y acatamiento de la capacidad del bus, del uso del tiempo muerto de las unidades de transporte y de las actividades primarias de uso del vehículo, a partir de la educación permanente del operario, usuario y mantenedor, a través de campañas de divulgación del cuidado y manejo de los bienes y servicios que ofrecerá nuestra institución, iniciadas por supuesto por la misma Dirección de Personal, una vez que se éste documento sea del conocimiento de todos los involucrados en el problema, y que se desarrolle el procedimiento de promulgación de los valores departamentales e institucionales.

I.1.4. ALCANCE DEL TRABAJO.

El trabajo presente, está orientado a mejorar el servicio de transporte de la Universidad de Los Andes (ULA), mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo macro dirigido a los autobuses disponibles y que se adquieran en lo sucesivo, que sustentan las actividades internas y externas de la misma, tanto en Mérida como los Núcleos de Táchira, Trujillo y El Vigía, sin olvidar las sedes remotas que se ubican en los llanos venezolanos y zona sur del Lago de Maracaibo.

Por ende, la implantación de éste, se verá reflejado en la extensa comunidad universitaria conformada no solamente por los estudiantes sino también por los empleados, obreros y la planta profesoral, al contar

con medios de transporte, eficientes, debidamente conservados y utilizables en cualquier momento en que se requiera de los mismos.

I.1.5. LIMITACIONES.

El plan de mantenimiento a desarrollar representa la consolidación de información variada proveniente de diferentes áreas de conocimiento, de modo que la interacción de los responsables de las mismas es determinante.

De ésta forma, se establece como limitante la poca información que ofrecen los documentos disponibles del área de mantenimiento de las unidades, las diferencias de datos que ofrecen los distintos actores que influyen en la temática de transporte dentro de la institución universitaria, así como en los reportes que se tienen en una sección y en otra.

Vale decir que la documentación y bibliografía que se dispone sobre el tema es escaso, pues existe una gama amplia de referencias generales sobre el transporte y la aplicación de mantenimiento, más no una conjugación de ambos temas, por lo que la recopilación de información se hace esencial para la obtención de un material base.

No puede obviarse igualmente, que la implementación de la página Web del Departamento de Transporte, representa un cambio de paradigma para las diferentes instancias de la universidad, por lo que la resistencia al cambio esta latente desde el mismo momento de su diseño, teniendo presente los diferentes módulos y datos que a consideración de algunos deberá tomarse en cuenta, lo que dificultará su utilización.

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO II

MARCO DESCRIPTIVO.

CAPITULO II

MARCO DESCRIPTIVO

Este apartado establece el contexto en el cual se desenvuelve el sistema de transporte de la ULA, detallando los escenarios y personajes a los cuales les compete el transporte universitario. Al igual que describe una serie de trabajos relacionados con el problema del mantenimiento de transporte colectivo, que sirven de base para el desarrollo de éste documento.

II.1. ASPECTOS GENERALES DE LAS INSTITUCIONES INVOLUCRADAS.

II.1.1. UNIVERSIDAD DE LOS ANDES.

La Universidad de Los Andes (ULA) como universidad nacional autónoma, financiada por el Estado, tiene su razón de ser en la formación de profesionales íntegros en las distintas carreras que en su seno se imparten, de la mano de una estructura académica y administrativa que interactúan para lograr esa ambiciosa misión.

Para ello, cuenta con una serie de instancias y dependencias que permiten la consecución de la misma. Tal como se detalla en el Organigrama de la Universidad (Fig. No. 2.1), se aprecian las interdependencias e interrelaciones, que definen nuestra máxima casa educación superior.

La Universidad de Los Andes cuenta con once (11) Facultades, ubicadas en el Estado Mérida [1]: Facultad de Arte, de Arquitectura y Diseño, de Ciencias, de Ciencias Económicas y Sociales, de Ciencias Forestales y Ambientales, de Ciencias Jurídicas y Políticas, de Farmacia y Bioanálisis, de Humanidades y Educación, de Ingeniería, de Medicina y la Facultad de Odontología. También, conforman a la Universidad de Los Andes, tres (3) Núcleos universitarios:

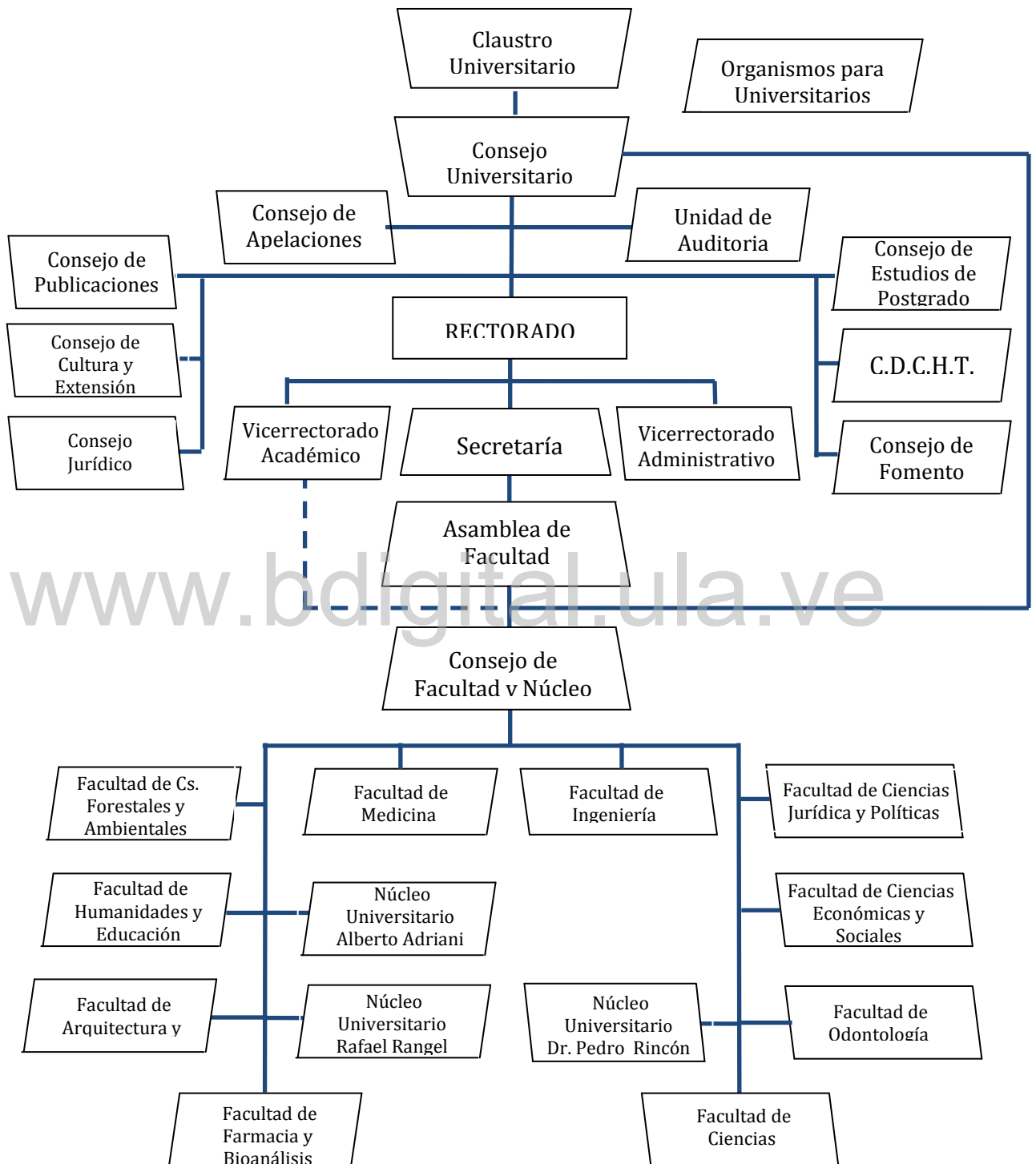


Figura No. 2.1. Organigrama General de la Universidad de Los Andes (Fuente: Web de la ULA).

- ▶ En Trujillo, el Núcleo Universitario Rafael Rangel (en el Anexo No. 1 se adjunta el organigrama de la entidad), tiene los siguientes departamentos: Cs. Económicas y Administrativas, Cs. Agrarias, Física y Matemática, Lenguas Modernas, Biología y Química e Ingeniería.
- ▶ En Táchira, el Núcleo Universitario Dr. Pedro Rincón Gutiérrez (Anexo No. 2- Organigrama del Núcleo), que cuenta con los departamentos de Idiomas, Ciencias, Ciencias Sociales, Estadística, Administración de Empresas, Básica Integral, Comunicación Social y Pedagogía).
- ▶ En el Vigía, el Núcleo Universitario Alberto Adriani, recientemente configurado, por departamentos de Ciencias e Ingeniería.

Todo ello sin obviar, las empresas universitarias y organismos para-universitarios, se puede decir que la comunidad universitaria asciende a casi 50000 personas [Memoria y Cuenta año 2007, Universidad de Los Andes].

En lo que respecta a estudiantes de pre-grado a un total de 42.716 estudiantes entre carrera larga (licenciaturas) y carrera corta (técnicos), por otro lado, la matrícula activa de estudiantes de post-grado en sus distintos niveles: especialización, maestría y doctorado es de 3523 estudiantes, y en lo que concierne a personal docente, de investigación, obrero y administrativo el número manejado es superior a 2500 personas. Hoy por hoy, se estima que dicho número se ha incrementado en un 15%, si se observa la demanda de ingreso.

II.1.2. DIRECCIÓN DE SERVICIOS GENERALES.

La estructura administrativa de la institución universitaria por su parte, y circunscrita bajo los lineamientos del Vicerrectorado Administrativo, se compone de una serie de entes o sistemas interrelacionados definidos para planificar, coordinar y dirigir toda la administración financiero-contable de la Universidad de Los Andes.

Uno de los sistemas de éste vicerrectorado, es la Dirección de Servicios Generales (Fig. No. 2.2.), que le ofrece a la comunidad universitaria, servicios de apoyo como el comedor universitario, transporte, servicios técnicos, carpintería, servicio de correo y mantenimiento del edificio administrativo, que complementan las actividades académicas. Las directrices de ésta “unidad administrativa” se extiende a los núcleos universitarios de Trujillo, Táchira, e incluso el de El Vigía, donde busca además de elevar los índices de desarrollo de sus áreas de influencia y a través de departamentos que atienden a una administración centralizada, seguir las pautas de calidad en el otorgamiento de los servicios que la delimitan.

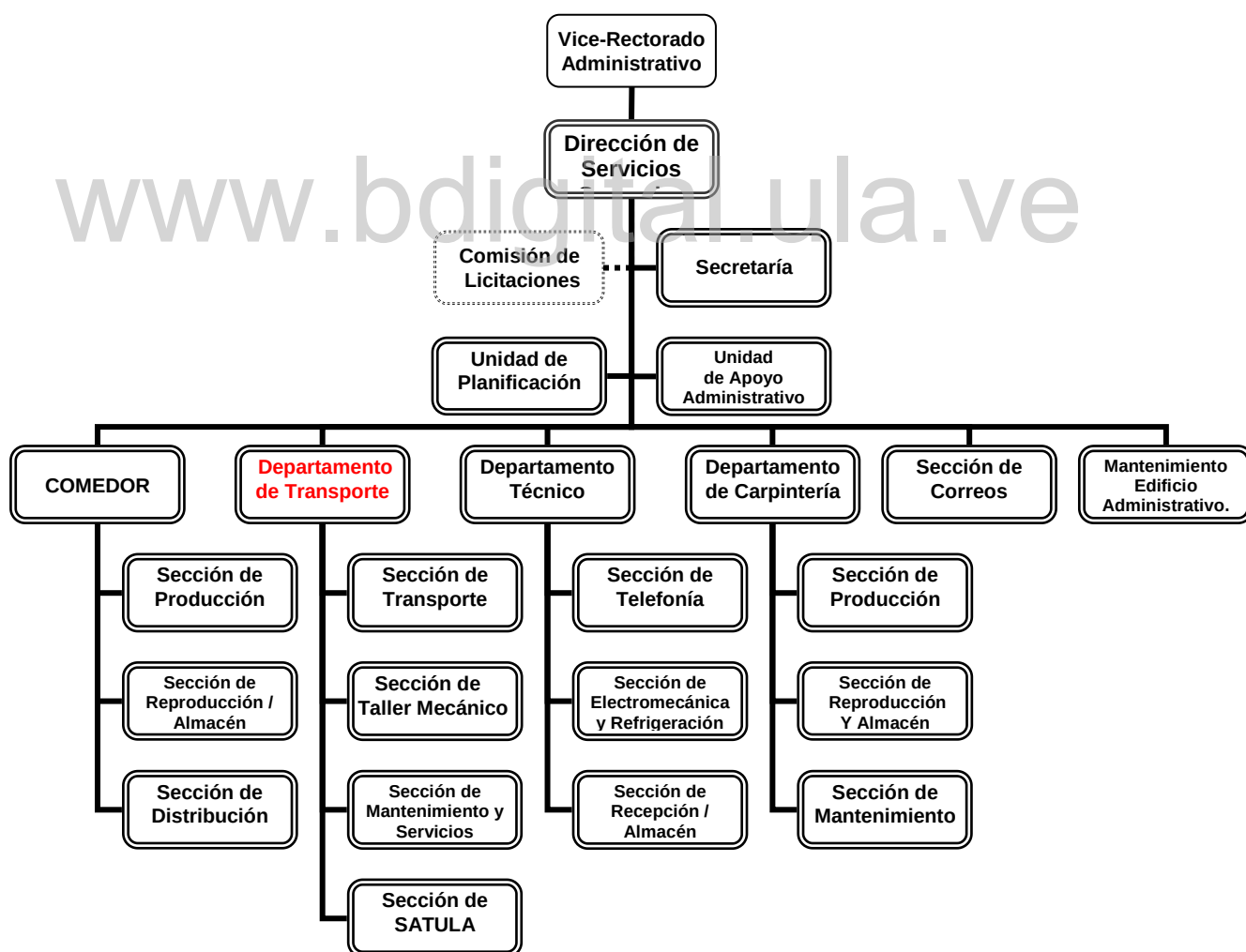


Fig. 2.2. Organigrama de la Dirección de Servicios Generales (Fuente: Web de la ULA).

La Dirección de Servicios Generales creada en 1978 por Decreto Rectoral, se constituye para unificar todas las actividades consideradas como servicios, a manera de generar procesos cada vez más eficaces y oportunos, que incluía a diferencia de la actualidad los departamentos antes mencionados y el desaparecido Dpto. de Compras que posteriormente pasa a considerarse como proceso interno de la dirección y que se deriva paralelamente según la actual Ley de Licitaciones (Según Reforma año 2005) en una “Comisión de Licitaciones”. Actualmente esta dirección conducida por el Prof. Eladio Dapena, delimita una estructura organizativa que permite el logro de los objetivos establecidos por dicho ente. El mismo ha sufrido desde su creación como dirección del Vicerrectorado Administrativo, algunas modificaciones en su estructura interna respondiendo en cada una, a los objetivos y acciones que la delimitan dentro del contexto universitario [Manual de Normas y Procedimientos de la Dirección, 2006].

II.1.3. DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE.

A partir de la década de los sesenta, el Gobierno Nacional inicia el otorgamiento de ayudas económicas al movimiento estudiantil y principalmente al universitario, es así como en el año 1973, se otorgan a las Universidades Autónomas Nacionales los primeros recursos económicos necesarios para la creación de la estructura que posteriormente dará soporte administrativo y técnico al transporte universitario.

Todo ello, suponiendo las funciones primarias del Departamento: Atención de rutas estudiantiles y de personal, urbanas y extraurbanas, traslados académicos, deportivos y culturales así como de bienes y materiales. Igualmente, el otorgamiento de lubricantes y combustibles y la ejecución de labores de mantenimiento.

La Universidad de Los Andes por intermedio de su Consejo Universitario asigna a la Dirección de Ingeniería y Mantenimiento, la tarea de iniciar el

servicio de transporte universitario del núcleo Mérida, como razón de servicio social para el beneficio de los estudiantes y del personal de la institución. Pero a partir del 15 de marzo de 1977, es cuando se dan los primeros cambios organizacionales en la estructura administrativa de la Universidad, creándose la Dirección de Servicios Generales como la responsable de la ejecución y control de los servicios de apoyo de la institución [Manual de Normas y Procedimientos de la Dirección de Servicios Generales]. Siendo la función de control de transporte universitario una de las actividades centrales de la misma a cargo del Dpto. de Comunicaciones, designado para tal labor.

Se suceden cambios posteriores dentro de la Dirección de Servicios Generales, definiéndose en noviembre de 1990, el Departamento de Transporte que comprende la estructura actual y que agrupa a las secciones de transporte, taller mecánico, mantenimiento, servicios e inclusive correos, planteada ésta última como una sección independiente del departamento que le reporta directamente a la Dirección de Servicios Generales (Ver Figura No. 2.3).

Dentro de la administración universitaria, se entiende que el transporte no es un sistema independiente de la ciudad, sino que es uno de los sistemas estructurales que permiten configurar y construir un modelo urbano colectivo. Vale acotar que la interacción transporte universitario y colectivo es nula en la actualidad, por cuanto ni las paradas ni las rutas son definidas en base a intereses comunes, es decir, cada sector actúa de forma aislada y sin planificación alguna.

Las actividades realizadas en el departamento son registradas y verificadas por el Sistema Automatizado de Transporte (S.A.T.U.L.A.), unidad de apoyo creada en 1995, creada por los Ings. Pedro Bracamonte y Pedro Candela bajo la tutela del Prof. Omar Marín, bajo la forma de proyecto pero convertido en realidad por decisión directa de las autoridades universitarias, para llevar la administración de las unidades

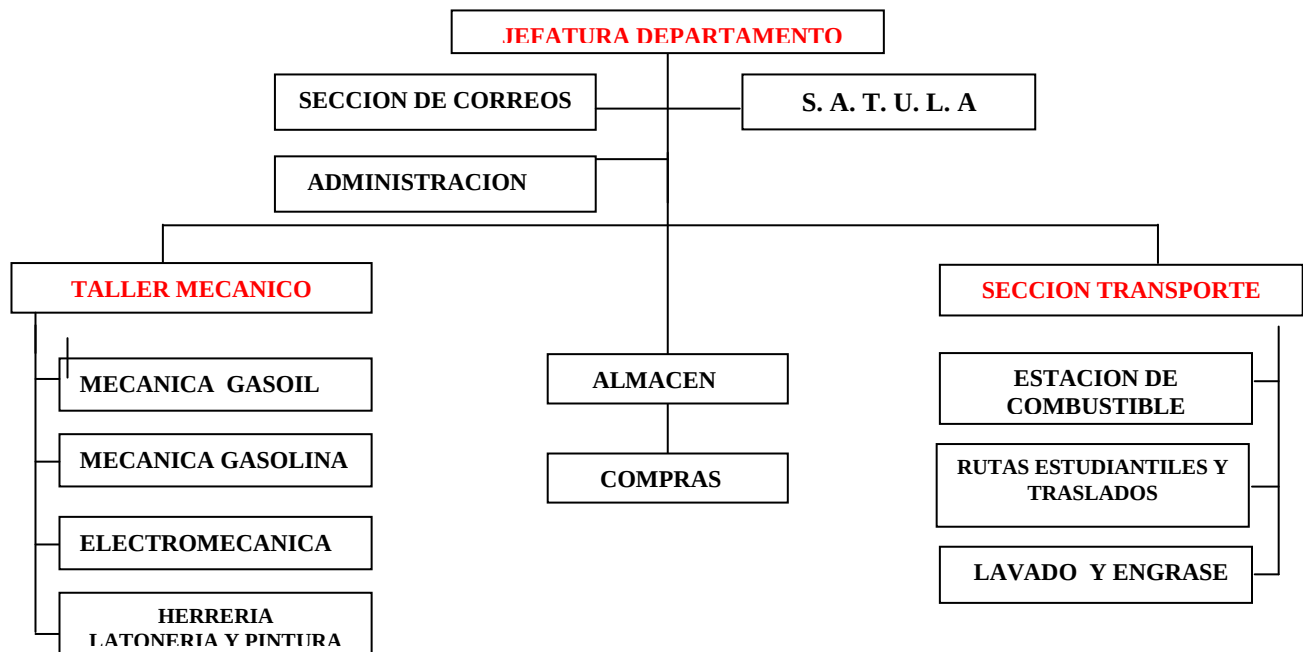


Fig. 2.3. Organigrama Funcional del Departamento de Transporte de la ULA. Fuente: Diseño propio.

de transporte, la planificación de los recursos del área, el análisis y control de los consumos de combustible, insumos, inversiones, fallas, así como otros datos relacionados con el tema del transporte universitario, propiciándose así la Disponibilidad de las Unidades del parque automotor, la productividad del personal del Departamento, disminuyendo en el margen de las posibilidades los costos de la gestión de mantenimiento y procurando la continuidad en la prestación eficiente del servicio [Portal de la Dirección de Servicios Generales en la Web de la ULA]. Este departamento actualmente no ejecuta todas las actividades planteadas en su propósito por limitaciones administrativas, sin embargo, todas las dependencias de la Universidad pueden solicitar las unidades a través de éste ente.

La Universidad de Los Andes, a través de la Dirección de Servicios Generales mantiene un servicio de transporte gratuito para los estudiantes con rutas urbanas que cubren diferentes ubicaciones de las facultades y dependencias de la Universidad. La planificación de

tales rutas se venían cumpliendo hasta hace más de un año, ofreciendo dos (2) rutas, de lunes a viernes, en horarios comprendidos entre las 6:00 am a 8:00 pm:

✓ **RUTA MIXTA:** Residencias masculinas, Bioanálisis, Facultad de Farmacia, Av. 16 de Septiembre, Av. Tulio Febres Cordero, Av. Viaducto Campo Elías, Av. Las Américas, Núcleo La Liria, Resd. Albarregas, Comedor Ciclo Básico, Facultad de Cs. Forestales y Ambientales, Núcleo La Hechicera, Resd. Domingo Salazar, Resd. Albarregas, Núcleo La Liria, Av. Las Américas, Viaducto Campo Elías, Estadio Lourdes, Av. Tulio Febres Cordero, Av. 16 de Septiembre, Facultad de Farmacia y Bioanálisis y finalmente, Resd. Masculinas.

✓ **RUTA F.C.U.:** Santa Juana, Av. 16 de Septiembre, Viaducto Miranda, Av. Las Américas, Resd. Domingo Salazar, Núcleo La Hechicera, retornando por la misma vía.

De forma similar, el Departamento de Transporte, ha ofrecido rutas extra-urbanas, que para éste momento tampoco se están otorgando por falta de disponibilidad de unidades, pero que al igual que las anteriores, se están analizando por recuperar y conceder:

✓ **RUTA EJIDO:** Av. Centenario de Ejido, Av. Andrés Bello, Enlace Las Tapias-Belensate, Av. Las Américas, Núcleo La Liria, Resd. Domingo Salazar y Núcleo La Hechicera, retorna por la misma vía. Esta ruta se cumplía dos veces al día 6:00 a.m. y 1:00 p.m.

✓ **RUTA TABAY:** Plaza Bolívar de Tabay, Av. Universidad, Enlace Plaza de Toros, Núcleo La Liria, Av. Viaducto Campo Elías, F.C.U., Resd. Masculinas, y retorna por la misma vía. Esta ruta se ejecutaba diariamente, mediante el uso de dos (2) buses que salían de Tabay a las 6:00 a.m. y retornaban a las 5:00 p.m.

✓ **RUTA TOVAR:** Partía los viernes a las 5:00 p.m. de la F.C.U. hasta la Plaza Bolívar de Tovar y retornaba los lunes 6:00 a.m. desde el éste último punto a la F.C.U.

- ✓ **RUTA EL VIGIA:** Parte los viernes a las 5:00 p.m. de la F.C.U. hasta la Plaza Bolívar de El Vigía y retorna los lunes a las 6:00 a.m. desde éste último punto a la F.C.U.

El Departamento de Transporte de la ULA, tal como se evidencia en el organigrama, esta conformado por la Sección de Transporte, así como la Sección de Taller Mecánico y la Sección de Mantenimiento y Servicios, los cuales funcionan en la actualidad como un solo ente, contando con 12 mecánicos activos y ayudantes mecánicos, los cuales son asignados a labores de mantenimiento correctivo de vehículos de gasolina, vehículos diesel y actividades relacionadas.

El departamento igualmente cuenta con 16 choferes, para operar la flota de autobuses, los cuales se venían distribuyendo para realizar las rutas internas en dos turnos de trabajo: Matutino de 6:25 a.m. a 1:00 p.m. y vespertino de 1:00 p.m. a 7:30 p.m. Debe enfatizarse que aunado al déficit de operadores para los 27 buses, estos mismos son los que tienen que cubrir las rutas extra-urbanas para realizar visitas técnicas, prácticas de campo, compromisos deportivos, entre otros, lo que limita la disponibilidad tanto de unidades como de chóferes y que ha contribuido en que no se cumplan las rutas internas entre dependencias.

El taller del Departamento de Transporte tiene 10 cubículos destinados para la reparación del parque automotor (cinco -5- para motores de gasolina, dos -2- para motores diesel, uno -1- para el vehículo particular de turno, uno -1- para electromecánica y uno -1- para latonería y pintura). Ello, sin pasar por alto, las dos fosas disponibles para tareas de lavado y lubricación de vehículos, que constituyen un área de aproximadamente 160 m² (Anexo No. 3. Plano del Taller Mecánico y Estacionamiento del Departamento de Transporte de la ULA).

El déficit de personal en todas las áreas del sistema de transporte es otro de los factores que limita la prestación de un buen servicio de mantenimiento a las unidades de transporte. Esta situación ha creado la necesidad de subcontratar otras empresas para prestar algunos servicios como alineación, balanceo y cambio de cauchos, latonería y pintura. El taller mecánico dispone de un Almacén de Repuestos y Suministros, el cual tiene un inventario de más de 5000 artículos registrados entre repuestos e insumos que sustentan los trabajos del taller.

Es importante resaltar la magnitud que representan las labores de mantenimiento para dar cumplimiento a los propósitos del departamento, las cuales pueden evidenciarse en la ejecución del Proyecto No. 6, "Captación, Permanencia y Formación Integral del Estudiante" de la Dirección de Servicios Generales de la Universidad de Los Andes durante el año 2007 [Memoria y Cuenta Año 2007 de la ULA], donde se detalla la ejecución del 90% de las actividades programadas por el Departamento de Transporte, teniéndose en cuenta que de ese porcentaje, el 70% (6679 Millones de Bs.F) corresponde a los trabajos de reparaciones mecánicas de las unidades de transporte que soportan el servicio interno (rutas urbanas) y externo (rutas extra-urbanas, prácticas de campo, visitas industriales, otras) y mantenimiento de las mismas. Se estima que en el año 2008 (información ofrecida por el personal del Dpto.), el gasto realizado para dar mantenimiento a las unidades de transporte colectivo constituye el 68% del presupuesto ejecutado.

II.2. ANTECEDENTES DEL MANTENIMIENTO DE TRANSPORTE EN LAS INSTITUCIONES PÚBLICAS Y UNIVERSITARIAS.

A pesar de que el tema de mantenimiento es muy diverso y tratado desde variados puntos de vista, se disponen de muy pocos trabajos relacionados con la elaboración y aplicación de planes de mantenimiento de transporte en empresas y entidades universitarias, que faciliten y orienten la conformación

de un plan efectivo de mantenimiento de la flota de autobuses de la Universidad de Los Andes.

Sin embargo, a continuación se mencionan algunos trabajos que se han considerado como fundamentos de análisis para la consecución del mismo. En primer lugar, se destaca como referencia directa del proyecto, el trabajo desarrollado por el Grupo IMADIR a cargo del Prof. Omar Marín y los Ingenieros Pedro Candela y Pedro Bracamonte (1994), intitulada “Sistema Automatizado para el Transporte de la Universidad de Los Andes (S.A.T.U.L.A.)” en la cual se propone la implantación de un sistema de información que permita el control de información inmediata para la toma de decisiones de forma acertada y fundamentada en lo que a actividades de mantenimiento correctivo, manejo de inventario de repuestos, insumos, refacciones, remozamientos de las unidades y vehículos adscritos a la universidad y otros aspectos no menos importantes. Se diagnóstica para ese momento que “la gestión de mantenimiento del Departamento, no puede ser cuantificada por falta de controles adecuados en la estimación de los recursos propios de mantenimiento, por falta de una política de estandarización del parque automotor”, lo que refuerza la información antes descrita en el planteamiento del problema.

Igualmente, se presenta como referencia de éste documento, el proyecto de pregrado de los Ingenieros Patiño y Puente, de nombre “Plan de Mantenimiento de los carros de las cabinas del Sistema Teleférico del Estado Mérida”, presentada en octubre de 2008, en donde se ataca la situación particular de los elementos de las cabinas del Teleférico, con las herramientas de Análisis de Modos y Efectos de Fallas (AMEF) y la filosofía de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC), las cuales se utilizaran para el análisis de los datos arrojados por los registros de las unidades, por aplicar una metodología utilizada en esta tesis.

Se revisaron de igual manera, las tesis de post-grado presentadas en orden cronológico más reciente, la del Ing. Nicolás Siso (Noviembre, 2008), donde

analiza mediante el AMEF las características operativas y los reportes de falla de los equipos críticos de la Línea Principal de la Unidad de Craqueo Catalítico Fluidizado de la Refinería El Palito; y el trabajo del Ing. Luis Torres de nombre “Plan de Mantenimiento preventivo para las unidades Motrices de la Empresa pesquera Cooperativa de Oriente (PESCO) de Yaguaraparo, Estado Sucre, basado en criterios post-diagnósticos, que muestra como estrategia de análisis e interpretación de los datos recopilados, al Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

Así también, se examinó la Propuesta de Implantación de un Plan de Mantenimiento, el propuesto en la tesis para la obtención de la Maestría de Ingeniería en Mantenimiento “Plan de mantenimiento preventivo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes”, realizada por la Ing. Lilian Abreu (1998), donde se determina que la elaboración del referido plan de mantenimiento implica una fase previa de diagnóstico que conlleva a la delimitación de estrategias de mantenimiento que orientan el plan, como un conjunto de pasos que permiten efectuar el mantenimiento programado de los activos implícitos. Sin embargo, el Ing. Macian, de la Universidad Politécnica de Valencia, establece en el artículo publicado en la revista Mantenimiento (España) en Septiembre de 2004, titulado “Gestión de la información para la Reingeniería del Mantenimiento”, que no basta con disponer de sistemas de información de la gestión mantenimiento (GMAO) sino también de los “medios” que garanticen la fiabilidad de la información, como son la estructuración y organización de la data, al igual que la integración e interrelación de las distintas áreas de la empresa que se vinculan con el mantenimiento, a manera de disminuir de forma efectiva los costos y las complicaciones que surgen en el flujo de la información que se va generando en las dependencias de cualquier institución y que se constituyen en algunos casos en la salida o entrada de tales funciones de producción.

De igual forma y continuando con esa línea de investigación, el Ing. Jose Luis Martínez, de la Empresa Municipal de Transportes de Madrid publica en la

revista Mantenimiento (octubre 2003), el artículo “Gestión técnica y económica del plan de mantenimiento propuesto. mantenimiento de una flota de transporte urbano”, donde se resalta que el manejo de datos del área de mantenimiento relacionados con las actividades preventivas de las unidades de transporte se reflejan en los costos del departamento y por ende, en los presupuestos que se manejan dentro de la organización.

Por último en cuanto a trabajos de investigación publicados, se han considerado dos trabajos adicionales que evalúan la incorporación de labores predictivas en transportes de motores Diesel, a los cuales se apegan los dispuestos en la Universidad de Los Andes, y que por lo tanto tienen un comportamiento y mantenimiento genérico similar. El artículo “Técnicas de inspección para el mantenimiento predictivo de motores Diesel”, de Vicente Macián- en marzo de 2003, en donde se establece que los Análisis de las prestaciones del motor, de la presión en el cilindro, de las oscilaciones del bloque, análisis por termografía infrarroja, Endoscopia y análisis de aceites, posibilitarían la disposición oportuna de las unidades, por la detección anticipada de las fallas.

El otro artículo “Implantación de un sistema de mantenimiento predictivo para motores Diesel de ferrocarril” – Febrero 1999, de Vicente Macián- , destaca que “la integración del mantenimiento predictivo con los tradicionales mantenimiento correctivo y predictivo, ..., implica en algunos casos la reingeniería de todo el plan de mantenimiento, requiriendo la incorporación de una nueva aplicación informática para la planificación y gestión de las inspecciones y almacenamiento y consulta e los datos de síntomas y diagnósticos que se generaban”, dentro del taller de RENFE – Valencia, España- de los motores para ferrocarril. De allí que se concluya en otro trabajo de investigación y desarrollo del área de mantenimiento, que “... el mayor inconveniente para la aplicación adecuada del mantenimiento predictivo de motores Diesel, .., es el hecho de que no se disponen de técnicas bien experimentadas para los parámetros que se pretenden diagnosticar, junto con el precio relativamente elevado de la medida, control y

análisis” de allí que las investigaciones están - “dirigidas al desarrollo de técnicas y herramientas que permitan un diagnóstico fiable y rápido, así como la predicción de fallos del motor”.

Debe acotarse que también se toman en cuenta como antecedentes del trabajo, los acontecimientos suscitados en el entorno universitario venezolano, con la problemática de transporte que delimita la ubicación del mismo. El aspecto inseguridad y la presencia del hampa en el sector universitario, afecta aleatoriamente el servicio de transporte de la ULA, por cuanto no solamente se habla del secuestro frecuente de las unidades sino de daños que se le ocasionan a los autobuses cuando son sometidas a estas situaciones. Los reportes que se destacan al respecto (web de la ULA, febrero 2008) demandan la acción inmediata de un cerco perimetral del Departamento de Transporte de la de Universidad [web de la ULA], para garantizar la integridad de las unidades de forma continua se ha venido amenazando por parte de grupos vandálicos y estudiantes que retienen y secuestran dichos vehículos, dañando generalmente en el ínterin, los sistemas de encendido, las luces, tren delantero, sustraen las baterías e inclusive las golpean con vehículos de terceros, aumentando la tasa de fallas que limitan la disponibilidad del transporte universitario para las rutas internas y externas.

CAPÍTULO III
MARCO TEÓRICO.

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

En esta sección, se destacan los términos comunes al tema del mantenimiento de transporte colectivo universitario, enfocado en la filosofía del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) y el Análisis de Modos y Efectos de Fallas (AMEF). Igualmente, se hace una evaluación del servicio que cumple el Departamento de Transporte, mediante la aplicación de la Matriz FODA y la Técnica de Despliegue de la Calidad (QFD).

III.1.TRANSPORTE.

Se denomina Transporte (palabra proveniente del latín trans, "al otro lado", y portare, "llevar") al traslado de personas o bienes de un lugar a otro. Estos, pueden distinguirse según la posesión o tenencia (ya sea de personas o materiales) y el uso de la red o medio de desplazamiento (www.wikipedia.com).

Fueron motivaciones históricas, antropológicas y biológicas las que llevaron al hombre a desarrollar los diversos medios de transportes existentes y en general, se utilizan cinco modos de transporte: acuático, terrestre, ferroviario, aéreo y de tipo oleoducto, destacándose dentro de ésta clasificación el término transporte comercial moderno que está al servicio del interés público e incluye todos los medios e infraestructuras implicados en el movimiento de las personas o bienes, así como los servicios de recepción, entrega y manipulación de tales bienes.

Dentro del transporte comercial, está el transporte público, sobre el que se entiende que los vehículos son utilizables por cualquier persona previo pago de una cantidad de dinero o, por estar afiliado o registrado a un ente común gubernamental e institucional (www.universidaddealicante.com). Por otro,

está el transporte privado, aquel que es adquirido por personas particulares y cuyo uso queda restringido a sus dueños.

Destaca que, en inglés se denomina "transit" al transporte público y "traffic" al transporte privado. Sin embargo, en castellano no se hace esa distinción, usándose las palabras "tránsito" y "tráfico" indistintamente para referirse a la circulación de vehículos de transporte; en tanto que se le llama "transporte pesado" al tráfico de mercancías y carga. Como en todo el mundo, el transporte es y ha sido en Latinoamérica un elemento central para el progreso o el atraso de las distintas civilizaciones y culturas. Se destaca dentro de las áreas pobladas, el transporte terrestre urbano, como aquel que empieza y termina en el interior de una aglomeración urbana sin franquear sus límites; y el extra-urbano, aquel que inicia y culmina su desplazamiento en los límites de las zonas pobladas.

III.1.1. TRANSPORTE DE MOTOR DIESEL.

Un transporte de motor Diésel es aquel que tiene un motor de encendido por compresión (MEC), es decir un motor térmico de combustión interna en el cual el encendido se logra por la temperatura elevada que produce la compresión del aire en el interior del cilindro (Figuerola, 2003).

Desde un punto de vista mecánico, el ciclo del motor diésel de cuatro tiempos consta de las fases de admisión, compresión, trabajo y escape; es decir, cuando entra el combustible, este explota por la alta presión y se va quemando en el trayecto. La amplia utilización del transporte de motor Diesel, "puede justificarse por su elevada eficiencia, su reducida emisión de contaminantes y motivaciones económicas, como es el bajo precio del combustible" (www.wikipedia.com).

Todo ello, sin obviar que el diesel tiende a alargar la vida útil del motor en contraprestación con lo que sucede con los automóviles que trabajan con gasolina. Inclusive, vale establecer que un motor diesel produce mas potencia con menos combustible que un motor a gas.

III.1.2. TRANSPORTE UNIVERSITARIO.

El Transporte Universitario tiene su concepción en todas partes del mundo del sector universitario, en el hecho de proveer a los estudiantes de la institución, ya sea pública o privada si resulta el caso, el acceso directo a las instalaciones de tales organizaciones en las condiciones apropiadas y en horarios adaptados a las aulas, para incentivar la escolaridad.

Este tipo de transporte generalmente de motor diesel, define rutas específicas a manera de cubrir las áreas de mayor concentración de las residencias estudiantiles y los “campus de estudio”.

Para ello las universidades, desde los centros de información estudiantiles generan estadísticas que establecen las zonas de ubicación de la población universitaria, y delimitan las rutas de circulación próximas a las mismas.

Cada universidad o institución de educación superior establece normas internas propias del servicio establecido, (www.universidaddealicante.com), dirigido exclusivamente al estudiantado o general incluyendo al personal obrero–administrativo, con paradas específicas ubicadas estratégicamente y con horarios fijados de acuerdo al desarrollo académico de los centros de estudio.

Algunas universidades tienen su propio departamento de transporte (tal como sucede en la Universidad de Los Andes), y en otras instituciones de educación superior se contrata el servicio con empresas externas (tipo outsourcing) que satisfacen todas las características antes descritas.

III. 2. MANTENIMIENTO.

El concepto de mantenimiento como tal es muy amplio, tomando en cuenta que el mismo hecho de conservar, cuidar y restaurar cualquier bien. Según la Norma COVENIN No. 3049-93, el Mantenimiento es el conjunto de acciones que permite conservar o restaurar un sistema productivo a un estado específico, para que pueda cumplir un servicio determinado. Según

Duffua (2003), es el servicio que agrupa una serie de actividades, cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad y seguridad en los equipos, máquinas, construcciones civiles e instalaciones en determinada empresa, garantizando la disponibilidad de éstos en el momento en que su cliente principal (como es producción) lo requiera.

Según Sotuyo (2001), “El Mantenimiento tiene por objetivo: Asegurar la competitividad de la empresa mediante:

- El Aseguramiento de la disponibilidad y confiabilidad planeadas de la función objetivo.
- El cumplimiento de todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa.
- El cumplimiento de todas las normas de seguridad y ambiente.
- El logro del máximo beneficio global.

Destacando que el mantenimiento incluye en las diferentes versiones de su definición otros términos, se especifican a continuación los más representativos:

- Sistema Productivo (S.P.): “Dispositivos, equipos, instalaciones y/o edificaciones sujetas a acciones de mantenimiento” [Prando, 1996].
- Equipo: “Elemento que constituye el todo o parte de una máquina o instalación que, por sus características y función, tiene datos, historial y programas de reparación propios” [Norma COVENIN 3049-93].
- Criticidad: “Incidencia que tiene cada equipo o máquina dentro del sistema productivo”. Se asigna el código I al (o los) equipo(s) de mayor importancia dentro del proceso, los criterios para la calificación son los efectos que produce su falla en la producción, la disponibilidad, la seguridad y el servicio [Prando, 1996].
- Malla Operacional: Esquema que representa gráficamente la distribución de los equipos y sistemas del proceso, destacando la criticidad e interrelación de los mismos [Nava, 1992].
- Falla: “Es un evento no previsible, inherente a los S.P. que impide que estos cumplan la función bajo condiciones establecidas o que no la cumplan”. Se clasifican por su alcance, en Falla Parcial, como aquella que

origina desviaciones en las características del funcionamiento de los S.P., fuera de los límites especificados, pero no la incapacidad total para cumplir su función; y en Falla Total, como aquella que origina desviaciones o pérdidas en las características de funcionamiento de un S.P., tal que produce incapacidad para cumplir su función [Norma COVENIN 3049-93].

- Vida útil: Período durante el cual un S.P. cumple un objetivo determinado, bajo un costo aceptable para la organización [Norma COVENIN 3049-93].
- Rata de fallas: Se refiere a la frecuencia de ocurrencia de una falla [Alcala, 1996].
- Período de vida de un Sistema Productivo: Se define en función del comportamiento de las rata de fallas del S.P. (Ver fig. No. 3.1) [Nava, 1992]:



Fig. No. 3.1. Curva de la Bañera o Weibull, curva de la edad característica de los equipos.
Fuente: Diseño Propio.

- Período de Arranque: Etapa que se caracteriza por tener una elevada rata de fallas que desciende rápidamente con el tiempo, debido a componentes defectuosos o fuera de especificaciones, ensamblajes o instalaciones incorrectas, errores de diseño del equipo, desconocimiento del equipo por parte de los operarios o desconocimiento del procedimiento adecuado. Este período se denomina también período de mortalidad infantil.

- Período de Operación Normal: Etapa con una tasa de errores menor y constante. Los fallos se producen por causas aleatorias externas, que pueden ser repentinas acumulaciones de esfuerzos por encima de la Resistencia de diseño de los componentes, accidentes fortuitos, mala operación y condiciones inadecuadas.
- Período de Desgaste: Etapa caracterizada por una tasa de errores rápidamente creciente. Los fallos se producen por desgaste natural del equipo debido al transcurso del tiempo: fatiga, desgaste mecánico, corrosión, erosión.

■ **Parámetros de Mantenimiento**: Las características básicas del proceso de mantenimiento de cualquier S.P., son los que se definen a continuación [Normas COVENIN 3049-93]:

- **Confiabilidad ($Ps(t)$)**: Es la probabilidad de que un S.P. no falle en un momento dado bajo condiciones establecidas. Esta característica se mide en función del tiempo promedio en que puede operar entre fallas consecutivas (TPEF) equipo, instalación o línea de fabricación. Viene dado por la ecuación (Duffua, 2004):

$$Ps(t) = e^{-\int r(t)dt} = e^{-rt} = e^{-t/TPEF} \quad [3.1]$$

Donde: $r(t)$: Rata de fallas.
 t : Tiempo específico.

- **Mantenibilidad ($Pr(t)$)**: Es la probabilidad de que un componente o equipo pueda ser restaurado a una condición operacional satisfactoria dentro de un periodo de tiempo dado. Este parámetro se mide teniendo como dato el tiempo promedio requerido para reparar la falla ocurrida o fuera de servicio (TPFS), de acuerdo a la capacidad de respuesta de la organización de mantenimiento, cuando se ha realizado de acuerdo a los procedimientos pre-establecidos. Se determina utilizando la ecuación (Duffua, 2004):

$$Pr(t < T) = e^{-a(t-u)} \quad [3.2]$$

Donde: a : Dispersión de los datos
 u : Tiempo probable de reparación.
 T : Tiempo específico.

- **Disponibilidad (D):** Es la probabilidad de que un equipo esté operando (disponible para su uso) durante un período de tiempo determinado y cumpla su misión en el momento requerido bajo condiciones determinadas. La ecuación que la determina es (Duffua, 2004):

$$D = \frac{TPEF}{TPEF + TPFS} \quad [3.3]$$

Donde: TPEF: Tiempo promedio entre fallas.

TPFS: Tiempo promedio fuera de servicio

- **Efectividad de sistema:** La probabilidad de que un sistema opere a toda capacidad durante un período calendario dado. Es función directa de la disponibilidad de los equipos y de la configuración funcional.

- **Estándares:** Son referencias y criterios que sirven como patrón de comparación y estimación.

Se hace mención igualmente, a la orden de trabajo como instrumento escrito que describe actividades, recursos y tiempos para desarrollar una tareas; así también a las normas y procedimientos o instrucciones que deben seguirse dentro de la organización para dar cumplimiento a las actividades y desarrollar los procesos de la misma.

III.2.1. TIPOS DE MANTENIMIENTO.

- ◆ **Mantenimiento Correctivo:** Conocido también como Mantenimiento a la Rotura, y consiste en el reacondicionamiento o sustitución de partes en un equipo una vez que han fallado, es la reparación de la falla (falla funcional), y ocurre de urgencia o emergencia. Se destacan dos tipos de este mantenimiento [Nava, 1992]:

No Planificado: Se refiere a la corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan de forma inesperada.

Planificado: Consiste en la reparación programada de un equipo o máquina cuando el proceso no puede pararse de inmediato, teniéndose en cuenta que el equipo trabaja por debajo de las condiciones operativas

deseadas y/o cuando se dispone del personal, repuestos, y documentos técnicos necesario para efectuarlo.

♦ **Mantenimiento Preventivo** “Utiliza todos los medios disponibles, incluso los estadísticos, para determinar la frecuencia de las inspecciones, revisiones, sustitución de piezas claves, probabilidad de aparición de averías, vida útil, u otras” [Duffua, 2004]. Este tipo de mantenimiento permite:

- Reducir los tiempos de parada, por lo que determina el tiempo límite de actuación previo al fallo.
- Seguir la evolución de un defecto en el tiempo y así conformar el archivo histórico del comportamiento mecánico del equipo o sistema.
- Optimizar la gestión del personal de mantenimiento.
- Tomar decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos.
- Orientar la modificación, sustitución y adquisición de nuevos equipos.

El mantenimiento preventivo puede estar basado en las condiciones o en datos históricos de fallas del equipo. La figura 3.2., muestra una representación gráfica de las categorías del mantenimiento preventivo (página siguientes) y como se observa, consta de dos categorías; estas tienen una base estadística y de confiabilidad o se basan en las condiciones. La primera categoría se basa en datos obtenidos de los registros históricos del equipo. La segunda categoría se basa en el funcionamiento y las condiciones del equipo.

El mantenimiento preventivo puede planearse y programarse con base en el tiempo, el uso o la condición del equipo; y es el principal requisito para reducir la frecuencia y severidad de las descomposturas de las máquinas. Por su parte, el Mantenimiento Rutinario es un tipo de mantenimiento preventivo, “que comprende actividades como: lubricación, limpieza, protección, ajustes, calibración u otras; su frecuencia de ejecución es hasta períodos semanales, generalmente ejecutado por los mismos operarios del S.P. y su objetivo es mantener y alargar la vida útil de dichos

S.P. evitando su desgaste” [NORMAS COVENIN 3049-93]. Vale acotar que se dentro de este tipo de mantenimiento se destacan:

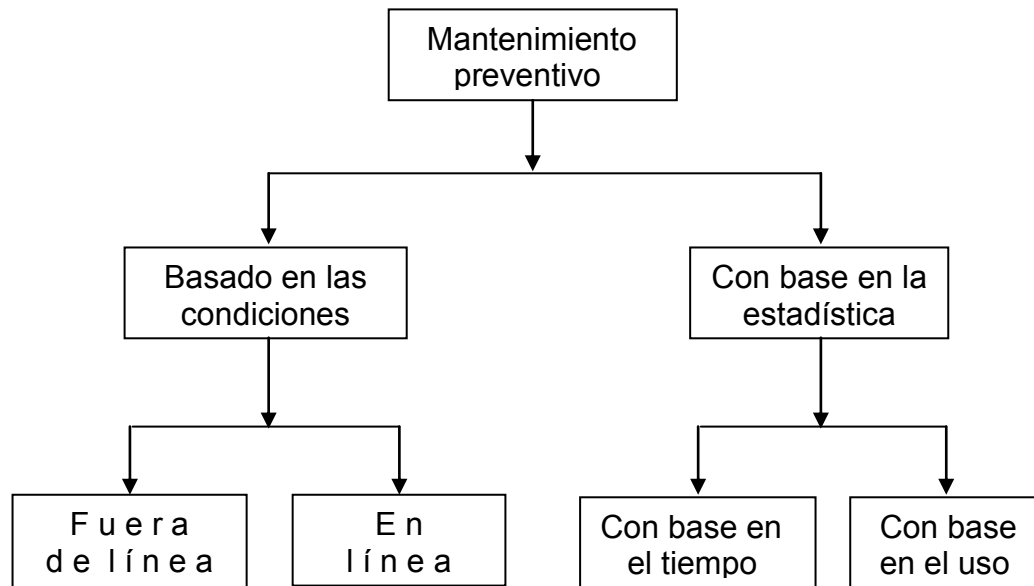


Fig.No. 3.2. Categorías de mantenimiento preventivo. Fuente: Duffua, 2002

- Tareas programadas con base en la condición o revisiones que se efectúan para verificar si los equipos están fallando, y así prevenir fallas funcionales y consecuencias de los mismos.
- Tareas de reacondicionamiento: Actividades de mantenimiento periódicas que se llevan a cabo para restablecer un activo (sistema, equipo, parte) a su condición original. Se requiere que los activos sean puestos fuera de servicio, para el desmontaje, inspección, reparación, reemplazo de piezas y montaje; son conocidas como “*overhauls*”,
- Tareas de Sustitución Cíclica: Actividades que consisten reemplazar componentes o partes usadas de un activo por unos nuevos, a un intervalo de tiempo menor al de su vida útil.
- Tareas de búsqueda de fallas ocultas: Consisten en acciones de chequeo a los activos con funciones ocultas, a intervalos regulares de tiempo, con el fin de detectar si dichas funciones ocultas se encuentran en estado normal de operación o en estado de falla.

♦ **Mantenimiento Predictivo:** También conocido como Mantenimiento Basado en la Condición, es el “conjunto de técnicas que permiten pronosticar el tiempo de falla del componente de un equipo en funcionamiento, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza” [27]. Incluye tanto las inspecciones objetivas (con instrumentos) y subjetivas (con los sentidos), como la reparación del defecto (falla potencial).

En la actualidad se conocen muchas filosofías y modelos organizacionales de mantenimiento (Mantenimiento Productivo Total - TPM-, Mantenimiento Clase Mundial, Benchmarking, Reingeniería) pero solo se citan en este documento las que se implementaran en el problema planteado.

III.2.2. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC).

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC), tiene su denominación en ingles de Reliability Based Maintenance (RBM), y es la filosofía de mantenimiento desarrollada entre los años 60 y 70 por la Industria Aeronáutica Americana, que articula la planificación del mantenimiento preventivo y la eliminación de las causas de avería (proactivo) sobre la base del conocimiento del estado operativo de los equipos (predictivo). Su objetivo principal es alcanzar la máxima confiabilidad de cada uno de los equipos y sistemas que componen la planta, para garantizar la máxima disponibilidad de la misma [Zambrano, 2005]. Este enfoque permite determinar las políticas de mejora de las funciones de los activos físicos y manejar las consecuencias de sus fallas.

Enfatiza además, las consecuencias de las fallas como en las características técnicas de las mismas, mediante la integración de una revisión de las fallas operacionales con la evaluación del aspecto de seguridad y amenazas al medio ambiente, a costa de una amplia inversión de recursos económicos, de personal, tiempo, herramientas, entre otros. La implantación de esta

filosofía supone una serie de pasos que conforman dicho proceso (Moubray, 1997), este se puede detallar en la Figura No. 3.3:

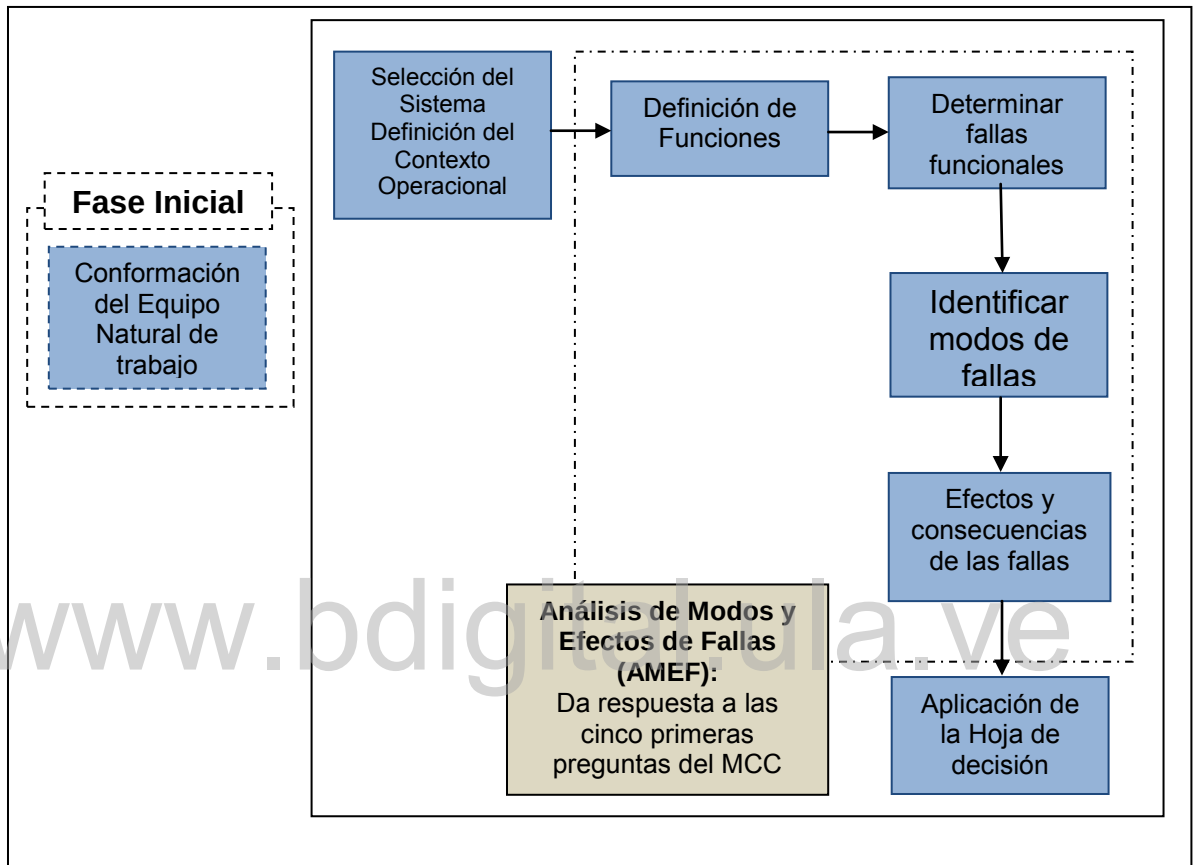


Fig.No. 3.3. Proceso de Implantación del MCC.

- a. Conformación del Equipo Natural de Trabajo (ENT). Este equipo debe ser multidisciplinario, es decir, compuesto por representantes de las distintas áreas de la empresa, a quien les atañe el problema. Cada integrante tiene un rol y responsabilidad que contribuye en el desempeño común. Además, deben estar comprometidos con los valores de la empresa – visión y misión- y con los acuerdos del grupo; respetando la opinión de los demás y generando ideas, conocimientos para contribuir a la solución de los conflictos (Parra, 2002)

- b. Identificación de los requerimientos de mantenimiento de los activos que conforman el contexto operacional. Para ello se plantean, siete (7) preguntas clave que evidencian tales necesidades, como son:
- ¿Cuáles son las funciones y los estándares de ejecución asociados con el activo (equipo a mantener) en su actual contexto operacional?
 - ¿En qué forma falla el activo, con respecto a la función que cumple en el contexto operacional?
 - ¿Qué causa cada falla funcional?
 - ¿Qué ocurre cuando falla?
 - ¿Cómo impacta cada falla?
 - ¿Qué puede hacerse para prevenir cada falla funcional?
 - ¿Qué puede hacerse si no se conoce una tarea de prevención adecuada a esta falla?.

Tales preguntas pueden ser abordadas por diferentes métodos organizacionales como el Ishikawa, Análisis Causa-Raíz, entre otros; pero tal como lo sugiere la bibliografía de referencia se utilizara el Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF), más adelante detallado.

- c. Se selecciona el área piloto de trabajo o sobre el cual se realizará el análisis. Para ello es necesario que se respondan las preguntas: ¿Cuál debería ser el nivel de detalle (parte, equipo, sistema, planta, etc.) que se requiere para realizar el análisis de los modos y efectos de fallas del área piloto seleccionada. Es relevante establecer el nivel de detalle o ensamble, partiendo de:
- **Parte:** Representa el más alto nivel de detalle al cual un equipo puede ser desensamblado sin ser dañado o destruido. Engranajes, bolas de cojinetes, ejes, resistores, chips son ejemplos de partes.
 - **Equipo:** Nivel de detalle constituido por un grupo o colección de partes ubicables dentro de un paquete identificable, el cual cumple al menos una función de relevancia como ítem independiente. Como ejemplo se tienen las válvulas, motores eléctricos, bombas, compresores, turbinas son ejemplos típicos de equipos.

- **Sistema:** Nivel de detalle constituido por un grupo lógico de equipos los cuales cumplen una serie de funciones requeridas por una planta o equipo. La mayoría de los sistemas están agrupados en función de los procesos más importantes (generación de vapor, tratamiento de aguas, compresión, transmisión, entre otros).
- **Planta:** Nivel de detalle constituido por un grupo lógico de sistemas que funcionan en conjunto para proveer una salida (electricidad, vapor) o un producto (gasolina, asfalto, azufre, etc.) por procesamiento y manipulación de varias entradas como materiales o recursos (agua, petróleo crudo, gas natural, hierro, carbón, etc.).
- **Área:** Nivel de detalle constituido por un grupo lógico de plantas que funcionan en conjunto para proveer varias salidas de una misma clase o distintas clases. Por ejemplo, el Complejo Petroquímico de Paraguaná.

Los sistemas o niveles de detalle se revisan de acuerdo a los criterios que se exponen a continuación para justificar la aplicación del MCC. Si se determina que el sistema revisado cae dentro de una de las situaciones señaladas, entonces este debe ser objeto de evaluación:

- Sistemas con un alto contenido de tareas de Mantenimiento Preventivo y/o costos por este mantenimiento.
- Sistemas con un alto número de acciones de Mantenimiento Correctivo durante los últimos dos años de operación.
- Los costos asociados a las tareas de mantenimiento correctivo son relativamente altos, por lo que afectan considerablemente la capacidad operacional.
 - Sistemas con alta contribución a paradas de plantas o sistemas, en los últimos dos años.
 - Sistemas con altos riesgos con respecto a aspectos de seguridad y ambiente.
 - Se requiere aumentar los niveles de Confiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Vida útil de los activos.

- Los eventos que provocan la pérdida de la función en los activos atienden a diversos modos de falla y/o la fase en que ocurren de acuerdo al patrón de falla del activo es aleatoria.
- No existen planes de mantenimiento confiables.
- Los costos asociados a la pérdida de la función del activo afectan considerablemente la utilidad operacional.

d. **Definición del Contexto Operacional:** Paso que consiste en definir las variables que juegan un papel determinante en el entorno del activo. Generalmente las mismas forman parte del tipo de operación, el impacto ambiental y la seguridad, los estándares de calidad, los niveles de seguridad, la existencia de redundancia, los sistemas de monitoreo, calidad y disponibilidad de los insumos requeridos y las políticas de repuestos, recursos y logísticas.

e. **Selección de las funciones:** de los activos, sistemas o elementos de evaluación dentro del contexto operacional. Se determinan *funciones primarias*, referidas a las especificaciones de diseño del activo para la cual fue diseñado. Por su parte, se tienen *funciones secundarias*, u otras funciones que puede cumplir el activo que son menos evidentes (contención, soporte, aspecto, higiene y seguridad, entre otros) pero que de fallar generan graves consecuencias. Están las funciones de protección formuladas para evitar fallas (alarmas, reinicio, parada del activo o equipo), y las funciones superfluas que implican partes o elementos que no tienen ninguna utilidad dentro del contexto operacional, y ejercen una influencia negativa ya que pueden fallar y así mermar la confiabilidad global del sistema, lo que significa que se debe gastar tiempo y dinero para mantenerlos.

f. **Se aplica el método de evaluación de criticidad basado en el concepto** de Riesgo, para jerarquizar los sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global:

Análisis Modal de Fallas y Efectos (AMFE): Herramienta base del MCC, por ser un procedimiento sistematizado que permite realizar el análisis de cómo un “sistema” puede fallar, enumerando y priorizando los posibles modos de falla y, estableciendo los grados de reacciones adversas o consecuencias de la ocurrencia que resultan de tales fallas en su contexto

operacional y no operacional. Dicha técnica posibilita entre otras cosas, la mejora de la confiabilidad de un activo, a partir de las indicaciones formuladas para disminuir la falla y la determinación de los sistemas de detección para los modos de fallas, estableciendo revisiones periódicas (Cuatrecasas, 2000), de allí que el AMFE conteste las primeras cinco (5) preguntas del MCC. Como tal, las fallas pueden dividirse conforme a su gravedad: Muy Críticas (Catastróficas), Críticas, Moderadas y Leves.

En este análisis, se define como **Modos de Falla**, a las condiciones que se presentan, como desgaste, fractura, pérdida de calibración, suciedad, atascamiento, y otros, es decir, lo que hace que el sistema o activo no realice la función deseada. Cada falla funcional puede ser originada por más de un modo de falla y cada modo de falla, tendrá asociado ciertos efectos, que son básicamente las consecuencias de que la falla funcional ocurra.

El impacto que cualquier modo de falla puede tener sobre la organización (sobre la seguridad, el ambiente y/o las operaciones), dependerá, básicamente, del contexto operacional, del estándar de ejecución deseado y de las consecuencias que pueden generar. Estos modos de fallas se pueden presentar, bajo cuatro figuras:

- Modos de fallas con consecuencias operacionales: Fallas que surgen de las funciones evidentes del sistema o activo, afectando directamente a las operaciones y al sistema productivo, ya sea al producto o al servicio, a los costos de operación y mantenimiento.
- Modos de fallas con consecuencias no operacionales: Fallas que surgen de las funciones evidentes pero no afectan de forma relevante al servicio, solamente menoscaban al aspecto económico (costos).
- Modos de fallas con consecuencias sobre la seguridad humana y el ambiente: Fallas que surten a partir de funciones evidentes de los activos, cuyas fallas funcionales afectarán en primer lugar, a la seguridad humana (muertes, heridas a las personas o condiciones inseguras) y en

segundo lugar, al ambiente (incumplimiento de estándares ambientales: internacionales, nacionales, regionales o estatales).

- Modos de fallas con consecuencias ocultas: Emergen a partir de las funciones no evidentes que presentan algunos activos en el contexto operacional. Las fallas ocultas por sí solas no tendrán consecuencias directas, pero las mismas tendrán consecuencias indirectas, las cuales consisten en incrementar el nivel de riesgo de las fallas múltiples. “ La única consecuencia de una falla oculta es incrementar el riesgo de una falla múltiple ” (Cuatrecasas, 2002).

Por su parte, los **Efectos de Falla**, corresponden a los eventos secuenciales cuando se da un modo de falla. Las descripciones de estos efectos permiten evaluar las consecuencias de las fallas. Tal descripción debe contener:

- La evidencia de que se ha producido la falla.
- Las maneras en que la falla se supone una amenaza para la seguridad y el medio ambiente.
- Las maneras en que afecta a la producción o a las operaciones en general. Y a partir de las mismas, surgen preguntas como: ¿Es necesario parar el equipo?, ¿Hay impacto en la calidad? ¿Cuánto?, ¿Hay impacto en el servicio al cliente?, ¿Se producen daños a otros sistemas?
- Los daños físicos causados por la falla.

Este método se aplica usualmente en el análisis de un producto o proceso en su fase de diseño, sin embargo, el mismo resulta válido para cualquier proceso y situación dada, teniéndose en cuenta que en cualquier fase de los sistemas productivos (SP) pueden suscitarse fallas y generar consecuencias y repercusiones relevantes, es decir, que este método resaltarán los puntos críticos para eliminarlos o establecer medidas correctivas que eviten o minimicen la aparición de las fallas y por ende de sus repercusiones.

Siendo aún más rigurosos y específicos en los SP, se aplica el AMFE a los medios de generación de productos y servicios, para lograr una mayor disponibilidad de los mismos, reduciendo la tasa de falla de máquinas, motores, entre otros. De éste modo, los efectos repercuten sobre un cliente

interno, como son los operarios de las máquinas, de mantenimiento así como de los procesos en sí.

Se formula el Diagrama de Causa-Modo de Fallas-efectos, detectados por los usuarios y no por el cliente final, estableciendo las normativas y especificaciones a los cuales están sujetos los medios de producción. La información del AMEF es registrada en una planilla, llamada Hoja de Registro de Modos y Efectos de Falla (ver Tabla 3.1.), que detalla los datos correspondientes al activo o sistema sometido a análisis. La planilla consta de un encabezado y cinco columnas principales que llevan por nombre: Estándar de ejecución, falla funcional, Modo de fallas, Efecto de falla y Consecuencias.

Tabla No. 3.1. Hoja de Registro de Modos de Fallas y Efectos.

Área Operacional:						Elaborado por:			
Sistema:									
No.	Función	Modo de Falla	Efecto de Falla	Causa	Detención	F	G	D	IPR

El dimensionado de la importancia de los modos de fallas se obtiene a partir de tres coeficientes cuyo producto representa el índice final que permite calibrar el fallo y sus consecuencias, el cual se denomina como **Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)**. (Cuatrecasas, 2002):

$$IPR = F \times G \times D \quad (3.4)$$

Donde:

F = **Coeficiente de Frecuencia**, o probabilidad de ocurrencia de un modo de fallo. Equivale a la probabilidad compuesta de dos (2) sucesos: de que se produzca la causa y además que ésta de lugar al modo de fallas. Tomando en cuenta que se aplica el AMFE de los medios de generación del fallo, se valora este coeficiente en una escala del 1 al 4 (Tabla No. 3.2.)

Tabla 3.2. Coeficientes de frecuencia del AMEF de Medios.

Frecuencia	Observación	Frecuencia
1	<i>Muy baja</i>	<i>1 a 3 fallas por año</i>
2	<i>Posible</i>	<i>1 a 3 fallas por trimestre</i>
3	<i>Media</i>	<i>1 a 3 fallas por mes</i>
4	<i>Alta o frecuente</i>	<i>1 a 3 fallas semana</i>

G = **Coeficiente de Gravedad**, es una valoración del perjuicio ocasionado al cliente por el efecto del falla, atendiendo a la insatisfacción del cliente, la degradación de las prestaciones y el coste y tiempo de la reparación del perjuicio ocasionado. Dicho coeficiente se mide en una escala del 1 al 4. (Tabla 3.3.).

Tabla 3.3. Coeficientes de gravedad del AMEF de Medios.

Gravedad	Observación	Parada de Producción
1	<i>Muy baja</i>	<i>< 1 minuto</i>
2	<i>Media</i>	<i>1 a 20 minutos</i>
3	<i>Alta o crítica</i>	<i>20 a 60 minutos</i>
4	<i>Catastrófica</i>	<i>> 60 minutos</i>

D = **Coeficiente de Detección**, o probabilidad de que la causa y/o modo de falla, suponiendo que aparezca, llegue al cliente. Para este índice, también se utiliza una escala del 1 al 4, y podría decirse del mismo que se traduce más, en un coeficiente de no detección que de detección, por cuanto implica la probabilidad de que no pueda ser descubierta una falla ni su causa antes de la entrega del producto o de la prestación del servicio. (Tabla 3.4.)

Por tanto, el cálculo del IPR, implicará valores que oscilan entre 1 y 64, como resultado del producto de los tres factores o probabilidades. Y será a partir de tal indicador que se establecerán las acciones preventivas y correctivas necesarias, ya sea para cambiar el diseño, para incrementar mejorar en las

medidas de control, para establecer sistemas redundantes, realizar tareas programadas, tareas de reacondicionamiento, de sustitución cíclica u otras.

Tabla 3.4. Coeficientes de detección del AMEF de Medios.

No Detección	Observación
1	<i>Escasa probabilidad de no detección</i>
2	<i>Poca probabilidad</i>
3	<i>Media probabilidad</i>
4	<i>Alta probabilidad</i>

III.2.3. PLAN DE MANTENIMIENTO.

El Plan de Mantenimiento es la descripción detallada de las tareas de Mantenimiento Preventivo asociadas a un equipo o máquina, donde se explican las acciones, plazos y recambios a utilizar; así como las tareas de limpieza, comprobación, ajuste, lubricación y sustitución de piezas (implica el mantenimiento rutinario de igual forma). Para la obtención de éste plan, se requiere procesar la información detallada en las órdenes de trabajo, en los historiales de los equipos y por supuesto en los reportes de falla, para evaluar la asignación de mano de obra, herramientas, repuestos, insumos, refacciones y materiales, al mismo tiempo que se establecen los tiempos y tareas a ejecutarse.

III. 3.3. INDICADORES DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.

Los Indicadores o medida cuantitativa del grado de satisfacción de un requerimiento, traducen la estrategia y la misión de una organización, proporcionando la estructura necesaria para un sistema de gestión. La selección apropiada de los indicadores puede influenciar el funcionamiento de la estructura de cualquier departamento y en particular la de mantenimiento, y contribuir a la mejora continua de los procesos internos. Se destacan entre los indicadores, los que se detallan a continuación (Duffua, 2002):

- **ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO:** Determina el nivel de eficiencia del departamento, en base a las actividades programadas y las completadas. Este indicador permite revisar si existen factores externos que ejercen una fluctuación aleatoria sobre el proceso de mantenimiento.

- **% Ordenes de trabajo de mantenimiento procesadas en el mes:**

$$\% = \frac{\text{Ordenes de trabajo ejecutadas en el mes}}{\text{Ordenes de trabajo solicitados en el mes}} \quad (3.5.)$$

- **Actividades de mantenimiento preventivo y correctivo efectuado al mes:**

$$\% = \frac{\text{Mtto. preventivo ejecutado en el mes}}{\text{Trabajos totales efectuados al mes}} \times 100 \quad (3.6.)$$

$$\% = \frac{\text{Mtto. correctivo ejecutado en el mes}}{\text{Trabajos totales efectuados al mes}} \times 100 \quad (3.7.)$$

- **Índice de Contratación:**

$$\text{Terceización} = \frac{\text{Trabajos contratados en otro taller en el mes}}{\text{Trabajos totales ejecutados en el mes}} \times 100 \quad (3.8)$$

- **Productividad del personal mecánico:**

$$\% = \frac{\text{Horas hombre trabajadas}}{\text{Horas hombre presencia al mes}} \times 100 \quad (3.9)$$

- **COSTOS DE MANTENIMIENTO:** Comprende la parte laboral, los materiales (refacciones, lubricantes, otros), trabajos contratados, entre otros.

- **Costo de mantenimiento por unidad de producción:**

$$\text{Costo unitario mnto.} = \frac{\text{Costos totales mensuales de mantenimiento}}{\text{Unidades transporte reparadas e inspeccionadas al mes}} \quad (3.10)$$

- **Costo de refacciones y materiales con respecto al costo de mantenimiento:**

$$\% = \frac{\text{Salidas y compras totales del almacén en el mes}}{\text{Costos totales mensuales de mantenimiento}} \times 100 \quad (3.11)$$

- **Ejecución de partidas presupuesto mensuales:**

$$\% = \frac{\text{Costos de mantenimiento incurridos en el mes}}{\text{Costos de mantenimiento presupuestados en el mes}} \times 100 \quad (3.12)$$

Todos los indicadores antes referidos pueden ser calculados en los períodos referidos siempre y cuando se lleven registros oportunos y veraces de toda la información que se genera en las áreas de trabajo de mantenimiento. Y es importante resaltar, que se pueden derivar otros índices de gestión, pero se recomienda manejar un número limitado de valores referencia.

III.3. GESTION DE MANTENIMIENTO ASISTIDO POR ORDENADOR (GMAO).

La Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (o Computadora – de allí que también se le denomine GMAC-), se refiere la aplicación Informática comercial o no, de un sistema de información automatizado de los procesos, actividades y toda la data que concierne al Departamento de Mantenimiento, para facilitar la ejecución del Plan de macro de Mantenimiento de dicha división de la organización, de un equipo, máquina o conjuntos de activos de una empresa, mediante la creación, control y seguimiento de las distintas tareas técnicas previstas con el uso de un ordenador – computador-. Un software de mantenimiento puede diseñarse con un mínimo conocimiento de computadoras, creando aplicaciones simples pero efectivas con programas como Access (bases de datos), Excel (Hoja de Cálculo) o tecnología libre.

Los Programas GMAO suelen estar compuestos de varias secciones o módulos interconectados, que permiten ejecutar y llevar un control exhaustivo de las tareas habituales en los Departamentos de Mantenimiento.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO.

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO IV

MARCO METODOLÓGICO

En esta sección se muestra de forma ordenada y lógica, el proceso sistemático seleccionado para tratar la información recopilada en el departamento de transporte de la universidad, que evidencia la problemática planteada sobre el mantenimiento preventivo de las unidades de transporte colectivo, que al someterse a análisis propician el planteamiento de soluciones y aspectos encaminados a mejorar la situación actual, con el uso de herramientas computacionales que llevan a la creación y desarrollo de una página web para el departamento de transporte de la universidad.

IV.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Según Tamayo (1997), el documento presente se constituye en una investigación de tipo *descriptiva*, por cuanto “comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o proceso, de los fenómenos”, teniendo presente que en el mismo, se hace la recopilación de datos históricos correspondiente a las labores de mantenimiento ejecutadas sobre las unidades de transporte colectivo disponibles en el Departamento de Transporte de la Universidad de los Andes en el período 2007-2008, los cuales al aplicársele técnicas de mantenimiento arrojan información relevante del servicio que permiten el diseño del plan de mantenimiento preventivo de tales activos.

De igual manera, de acuerdo con la tipología establecida por la Universidad Pedagógica Experimental Libertador –UPEL- (2005), la investigación planteada es de tipo *Proyecto Factible* (PF), entendiéndose que este corresponde a una investigación acompañada de una propuesta basada en los lineamientos de un modelo operativo viable desarrollado para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones; el cual debe al mismo tiempo, tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o bien en un diseño que incluya ambas modalidades (p.7).

Cabe señalar, que al pretender elaborar un plan de mantenimiento preventivo sobre los autobuses referidos anteriormente, fue imprescindible extraer información relacionada con los procesos de operación y mantenimiento de las unidades, directamente del Taller del Departamento de Transporte, así como de su respectiva área de apoyo administrativo SATULA, donde se realizó una revisión de documentos relacionados con el entorno delimitado.

IV.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

El diseño de la investigación planteada, recurre al *diseño de campo no experimental transeccional descriptivo*, pues según el enfoque de Hernández, Fernández y Batista (1998), la indagación “se realiza sin manipular deliberadamente variables, sino que se observan fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para después analizarlo”. Es importante resaltar que la medida involucrada en la investigación se enfoca únicamente en el eje del tiempo, con los basamentos documentales de textos, ya sea en formato físico o electrónico, que contienen las bases del deber ser del sistema de mantenimiento preventivo. El proyecto factible (UPEL, 2005) supone los siguientes pasos fundamentales para estructurar dicha investigación: Un diagnóstico situacional, el planteamiento de la propuesta o su definición con base en el diagnóstico, la fundamentación teórica de la propuesta, la metodología de implementación y la viabilidad o factibilidad de la propuesta con base en los recursos previamente identificados.

IV.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.

La población o universo de una investigación se constituye como el conjunto de todos elementos que la conforman, ya sean sujetos, objetos (máquinas, otros) y acontecimientos o situaciones (Sánchez, 1990). La población la define el objetivo o propósito central del estudio y no estrictamente su ubicación o límites geográficos, u otras características particulares al interior de ella (Ramírez, 2006). En tal sentido, la población del proyecto, esta conformada por los vehículos colectivos del Dpto. de Transporte, registrados y en estado operativo, cuya flota asciende a un número *finito* de 27.

Tabla No. 4.1. Lista de Vehículos Colectivos del Dpto. de Transporte de la ULA. (Fuente SATULA).

NO. REGISTRO	DEPENDENCIA	MARCA	CLASE	TIPO	PLACA	AÑO	MODELO
14	TRANSPORTE	FORD	AUTOBUS	COLECTIVO	L0016E	1981	F-700
19	TRANSPORTE	FORD	AUTOBUS	COLECTIVO	L0005E	1981	F-700
47	TRANSPORTE	FORD	AUTOBUS	COLECTIVO	E05907	1981	F-700
98	TRANSPORTE	BLUE BIRD	AUTOBUS	COLECTIVO	E05882	1973	ALL AMERICAN
99	TRANSPORTE	BLUE BIRD	AUTOBUS	COLECTIVO	E05901	1973	ALL AMERICAN
100	TRANSPORTE	BLUE BIRD	AUTOBUS	COLECTIVO	L0011E	1973	ALL AMERICAN
127	TRANSPORTE	FORD	AUTOBUS	COLECTIVO	L0006E	1975	F-750
129	TRANSPORTE	BLUE BIRD	AUTOBUS	COLECTIVO	L0010E	1976	ALL AMERICAN
192	TRANSPORTE	ENCAVA	AUTOBUS	MINIBUS	333XDJ	1989	600-30
196	TRANSPORTE	ENCAVA	AUTOBUS	MINIBUS	375XDJ	1990	600-30
197	TRANSPORTE	ENCAVA	AUTOBUS	MINIBUS	379XDJ	1990	600-30
228	TRANSPORTE	ENCAVA	AUTOBUS	COLECTIVO	456XID	1992	3000-63
255	TRANSPORTE	ENCAVA	AUTOBUS	COLECTIVO	352XGC	1993	3000-63
275	TRANSPORTE	RENAULT	AUTOBUS	COLECTIVO	S/P	1994	PP.180-10
321	TRANSPORTE	ENCAVA	AUTOBUS	COLECTIVO	689XLK	1996	3100-63S
355	TRANSPORTE	MERCEDES	AUTOBUS	COLECTIVO	S/P	1990	OMC-1421-51-L
376	TRANSPORTE	ENCAVA	AUTOBUS	COLECTIVO	S/P	2000	E-NT 3200
377	TRANSPORTE	ENCAVA	AUTOBUS	COLECTIVO	S/P	2000	E-NT 3200
384	TRANSPORTE	ENCAVA	AUTOBUS	COLECTIVO	S/P	2001	E-NT 3200-63
385	TRANSPORTE	ENCAVA	AUTOBUS	COLECTIVO	L0008E	2002	E-NT 610-32
409	TRANSPORTE	ENCAVA	AUTOBUS	COLECTIVO	L0004E	2003	E-NT 610-32
454	TRANSPORTE	ENCAVA	AUTOBUS	COLECTIVO	79VGAY	2006	E-NT 3300-41
455	TRANSPORTE	IVECO	AUTOBUS	COLECTIVO	34USAK	2006	5912
457	TRANSPORTE	IVECO	AUTOBUS	COLECTIVO	36USAK	2006	5912
458	TRANSPORTE	IVECO	AUTOBUS	COLECTIVO	83WKAN	2006	5912
468	TRANSPORTE	IVECO	MINIBUS	COLECTIVO	09TMBC	2006	5912
469	TRANSPORTE	IVECO	MINIBUS	COLECTIVO	51VSAK	2006	5912

Las unidades o buses que no se incluyen en la población (18), atienden a que las mismas han sido desincorporadas o están en vías de desincorporación, por cuanto las mismas han agotado su vida útil y/o se encuentran en estado de obsolescencia.

Adicionalmente, de estas 27 detalladas, las unidades No. 455, 457, 458, 468 y 469, no se analizan por no disponerse de registros de falla (SATULA no ofreció información), en parte por ser de nueva adquisición y en parte porque las mismas han sido objeto de secuestro y vandalismo, lo que ha obligado al retiro temporal de las mismas para la reparación de la carrocería y otros elementos afectados.

Tomando en cuenta que las 22 unidades restantes descritas en la tabla 4.1., resultan de fácil acceso, para el proceso de recolección de la información y, que adicionalmente se someten a condiciones de trabajo que difieren de una unidad a otra, no se recurrirá a la selección de una muestra aleatoria, pues el número se considera de por sí representativo y definitorio para el estudio realizado, pues cada unidad tiene la misma probabilidad de ser incluida en la muestra.

IV.4. METODOLOGÍA.

La metodología aplicada en el presente trabajo se fundamenta en los pasos del método científico (Bunge, 1996), donde se establece por condición obligada la estructura que asegura la validez de la investigación:

- Revisión biblio-hemerográfica, que permite obtener el cumulo de conocimientos referentes al tema de estudio, como es el mantenimiento preventivo.
- Diseño de la fase de campo: Se planifica en esta fase la metodología a aplicar para evaluar la población-muestra sometida a estudio. Para ello, se elabora un cuestionario (previa consulta con expertos) para aplicarlo a personal del departamento (Analistas de Sistemas, Mecánicos, Operarios de transporte) que se considera servirá como instrumento de verificación de las actividades y labores que se

efectúan dentro del departamento de mantenimiento y sobre las unidades de transporte.

Se pre-definen los datos que se requerirán para la utilización de técnicas estadísticas y de mantenimiento que pueden ser aplicadas, delimitándose de igual manera las consultas con los expertos del área así como las herramientas organizacionales que pueden usarse para definir el contexto operacional de los vehículos.

- Ejecución de la fase de campo: En esta etapa se aplican los cuestionarios a 10 personas que conforman el departamento (3 analista de sistemas, 4 mecánicos, 4 choferes), la Matriz FODA en las secciones del departamento y el Manual para evaluar los Sistemas de Mantenimiento de la industria según la Norma COVENIN 2500-93 y la 2059:2002 (Evaluación Talleres de Uso Automotriz).

Se realiza durante un año la recolección de data (a través de la observación y de registros de SATULA) correspondiente a las labores de mantenimiento efectuadas sobre las unidades en el período 2007-2008 (en algunos casos se obtiene información del año 2006).

- Procesamiento de la Data: Se levanta la base de datos obtenida y se le realiza un tratamiento estadístico determinando frecuencias de fallas. Posteriormente se aplica la metodología del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) y la técnica de Análisis de Modos de Fallas y Efectos (AMFE), para determinar mediante la interpretación de los resultados, la situación actual del proceso de mantenimiento y del departamento en sí, a partir de las conceptualizaciones presentadas en el marco teórico (Ver Fig. No. 4.1.).
- Creación y desarrollo de Página Web del Departamento de Transporte de la ULA: Se desarrolla el plan de mantenimiento en línea de las unidades de transporte colectivo sometidas a evaluación, a partir de la información obtenida en las etapas C y D.
- Elaboración del Informe Final: Se realiza la redacción del documento escrito que recopila la investigación efectuada.

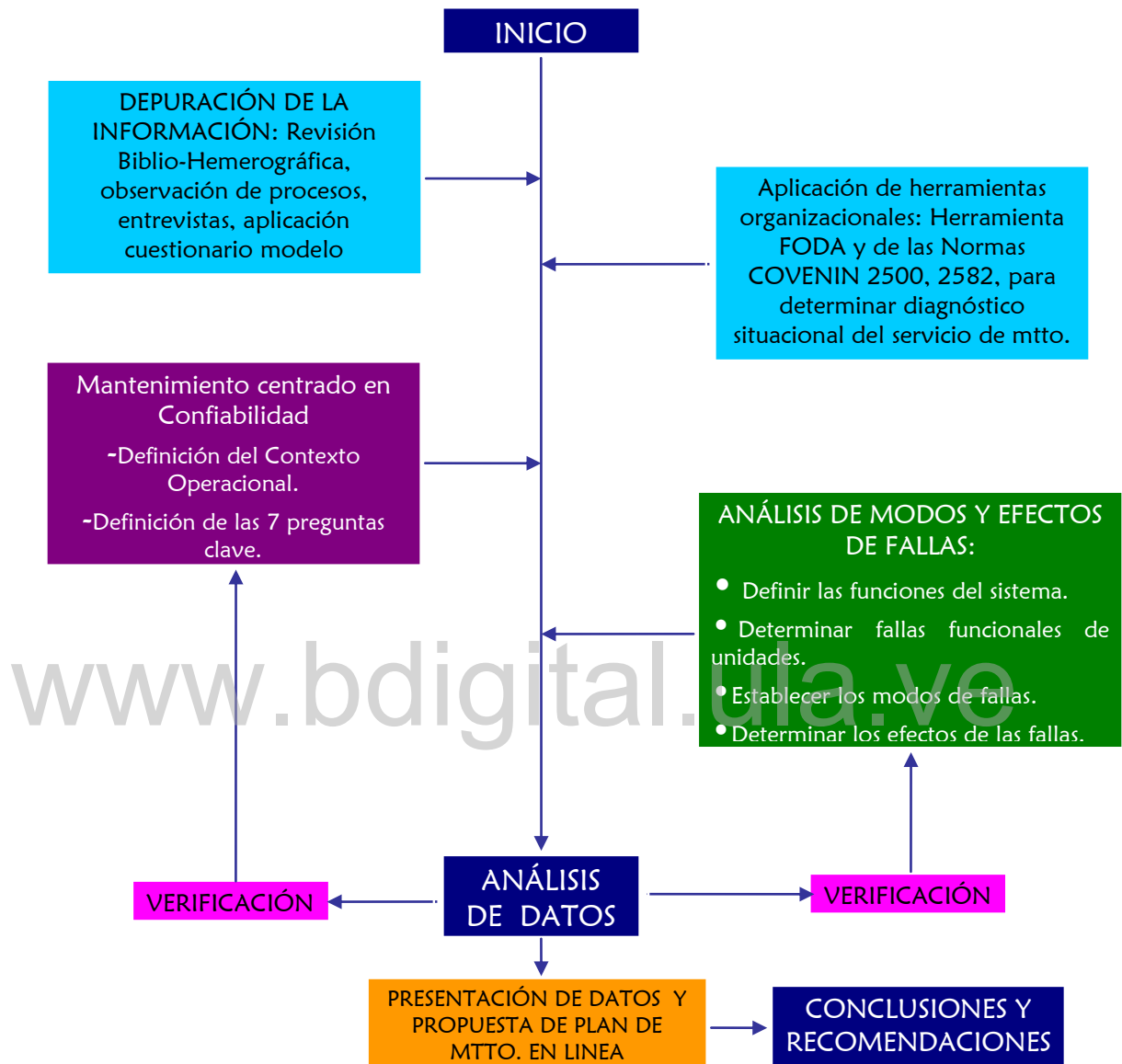


Figura No. 4.1. Metodología empleada en ésta investigación.

IV.4.1. TÉCNICA Y RECOLECCIÓN DE DATOS.

Tal como se estableció anteriormente, se utilizan técnicas de recolección de datos que conducen a la verificación del problema planteado (Rosendo, Molero y Quintero; 2002), como la observación directa de las labores ejecutadas en el taller mecánico del

departamento de Transporte de la ULA, donde se destacan aspectos característicos de las actividades realizadas, y a la vez participativa, puesto que se revisaron documentos y examinaron instrumentos escritos (ver anexos No. 9-12, formatos utilizados en el Dpto.) que se manejan en el área y que facilitan el flujo de información de la misma (Tamayo, 2001).

Igualmente, se utiliza el cuestionario como instrumento concreto de la técnica de observación, para destacar hechos y detalles sujetos a condiciones determinadas; constituido por ítems estructurados en escala dicotómica. No se deben obviarse las otras herramientas aplicadas, como son la matriz FODA y las normas COVENIN 2500-93 y 2059-2002, que permiten caracterizar la situación organizacional del Departamento de Transporte.

El tipo de investigación realizado se fundamentó en la recolección e interpretación de la data obtenida del servicio de mantenimiento realizado sobre las unidades de transporte universitario que cubre tanto rutas internas como externas (actividades académicas y extra-académicas que sustentan la vida universitaria), durante el período 2006-2008.

CAPÍTULO V
ANÁLISIS Y RESULTADOS.

CAPITULO V

ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este apartado se detallan y analizan los datos recopilados de los reportes de las labores de mantenimiento efectuadas sobre las unidades de transporte colectivo durante los años 2007-2008, así como aspectos característicos del Departamento de Transporte, referidos a la sección de Transporte como tal y a la del Taller Mecánico, que permiten la organización y simplificación de la información para elaborar el plan de mantenimiento propuesto.

V.1. CONTEXTO SITUACIONAL y OPERACIONAL DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE DEL DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE.

Con el fin de justificar la ejecución del análisis y dirigir correctamente los esfuerzos del proceso de investigación, se define previamente el entorno donde se desarrollan los procesos de operación y mantenimiento de las unidades de transporte colectivo de la Universidad de Los Andes.

Para ello, se emplea el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC), que permite determinar cuando, donde y como se debe realizar el mantenimiento en un equipo o sistema, con el objetivo principal de que siga cumpliendo con sus funciones o estándares de ejecución determinados para el equipo (Cela, Rommel; 2005).

Para identificar las características internas de la organización y saber en que estado se encuentra así como los factores externos del ambiente donde se desarrollan las labores de mantenimiento, entendiendo que el “donde” y “como” forma parte crucial del análisis llevado a cabo, se aplica la herramienta gerencial FODA, a partir de la observación directa del desenvolvimiento de las actividades diarias del departamento de Transporte y de la aplicación del cuestionario que se dispone en el Anexo No. 3, este se compone de dos secciones, una primera parte denominada “Condiciones

Actuales de Trabajo” y una segunda parte llamada “Requerimientos” con 24 ítems, distribuidas en 17 y 7 respectivamente, que solicitan apreciaciones del personal entrevistado. En la tabla No. 5.1., se detallan las características y entorno, que definen su contexto operacional.

Tabla 5.1. Análisis FODA del Departamento de Transporte.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
F1. Personal calificado y experto. F2. Ambiente de trabajo cordial e integrado. F3. Manual de Normas y Procedimientos. F4. Módulo SATULA. F5. Disponibilidad de Taller Mecánico propio. F6. Relación efectiva con Proveedores de repuestos e insumos.	O1. Necesidad urgente del servicio en el ámbito universitario. O2. Conocimiento multidisciplinario disponible en la Universidad. O3. Desarrollo de tecnologías universitarias. O4. Postgrado de Ingeniería de Mto. O5. Zona Libre de Comercio y tecnología de Mérida (Zolcytt). O6. Espacio físico propiedad de la ULA, disponible para construcción de áreas. O7. Nuevas autoridades administrativas con propuestas innovadoras.
DEBILIDADES	AMENAZAS
D1. Número limitado de Unidades para realizar rutas internas y rutas externas. D2. Inexistencia de Planes de Mantenimiento Preventivos. D3. Reportes poco detallados. D4. No hay registros de tiempos D5. Recurso Humano limitado en el taller. D6. Equipos obsoletos. D7. Herramientas Limitadas. D8. Distribución inadecuada de áreas de trabajo (cubículos). D9. Pocos cursos de actualización al año. D10. Nulo entrenamiento del personal operario de las unidades (Chóferes). D11. Limitada dotación de indumentaria y equipos de H&SI. D12. Inadecuado diseño de las rutas de transporte universitario, al no complementar las establecidas por el estado.	A1. Presupuesto universitario limitado. A2. Secuestros de unidades por parte de grupos estudiantiles y políticos. A3. Tercerización del mantenimiento. A4. Nueva Ley de Transporte y Tránsito terrestre, que limita la disposición de surtidores de combustible dentro de instalaciones de empresas e instituciones. A5. Devaluación de la moneda, que incrementa los precios de vehículos, repuestos y otros. A6. Negativa por parte del gobierno regional de establecer relaciones interinstitucionales para fortalecer el transporte urbano de la ciudad y zonas circundantes. A7. Las limitaciones establecidas en la gaceta oficial No. 39.146 de la Ley orgánica de la Administración Financiera del Sector Público, en lo correspondiente a la adquisición de equipos, plataformas tecnológicas y cualquier objeto que se considere como gasto suntuario o superfluo.

Una vez que se tiene la matriz, se formulan las estrategias organizacionales, para minimizar las debilidades y evitar las amenazas, usando las fortalezas y aprovechando las oportunidades del medio:

Tabla No. 5.2. Matriz de Estrategias a partir del análisis FODA.

FODA		DEBILIDADES												FORTALEZAS					
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	F1	F2	F3	F4	F5	F6
AMENAZAS	A1	E1 E2 E12	E1			E6	E7	E7		E9	E9								E7
	A2	E11																	
	A3		E1																
	A4	E12																	
	A5	E3																	E7
	A6												E14 E15						
	A7					E7 E13	E7												
OPORTUNIDADES	O1	E2 E12 E11	E1			E6													
	O2	E3	E1	E4 E5			E7	E7	E8					E3	E10		E4 E5	E8	
	O3		E1	E4 E5			E7	E7											
	O4		E1	E4 E5			E7	E7											
	O5		E1																E7
	O6							E8											
	O7	E2 E6			E6	E6				E9	E9	E10			E10	E10		E8 E10	

En detalle las *estrategias* propuestas, son:

E1. Formular un plan de mantenimiento preventivo individualizado, que garantice la disponibilidad de las unidades y minimice los gastos por mantenimientos correctivos.

E2. Evaluar la compra a crédito de unidades de transporte colectivo con una sola marca proveedora, que aumente la flota de transporte, determine políticas y actividades de mantenimiento común a las mismas por ser de la misma marca y modelo (preferiblemente) y que se vayan pagando de forma cómoda en tiempos a mediano plazo.

- E3.** Realizar una valoración exhaustiva de las unidades disponibles, estableciendo las que pueden ser ocupadas para realizar rutas internas y cuales rutas externas, y así cubrir la demanda del servicio universitario.
- E4.** Incorporar al módulo de SATULA, otros módulos automatizados de registros y reportes de información de los trabajos de mantenimiento que se llevan en el taller para reflejar al detalle la situación actual de las unidades.
- E5.** Depurar el inventario de fallas de SATULA, pues reporta fallas que no corresponden (Trabajo en Otro Taller –TOT-), al mismo tiempo es necesario, que se establezcan las fallas de tipo funcional y las que no. De esta forma se pueden priorizar los trabajos de mantenimiento.
- E6.** Aumentar la nómina de personal experto, estableciendo prioridades, en el taller mecánico y en el almacén para propiciar el cumplimiento oportuno de las órdenes de trabajo emitidas y para hacer efectivas las labores de supervisión y control de los procedimientos allí ejecutados (tiempos, métodos, uso racional de recursos).
- E7.** Dotar al taller mecánico, estableciendo prioridades, de equipos de detección de fallas para unidades de nueva generación, de equipos de diagnóstico de fallas (mantenimiento predictivo: análisis de aceites, termografía infrarroja, análisis de vibración, otros) y herramientas e instrumentos de trabajo de buena calidad para asegurar su vida útil en el tiempo.
- E8.** Realizar un estudio de distribución de planta, que determine la capacidad efectiva del departamento y del taller, así como de la localización idónea de las áreas de trabajo, equipos, y otros, que minimicen, tiempo, recorridos y faciliten el flujo de materiales y las labores de limpieza y organización de las áreas.
- E9.** Establecer en conjunto con la Dirección de Personal, los cursos de entrenamiento y capacitación continua del personal del Departamento, no solo mecánicos, sino también de chóferes, analistas de sistemas y otros no menos importantes, para propiciar el incremento de la productividad del área.
- E10.** Evaluar los requerimientos de H&SI del Departamento, para posteriormente dotarlo, de forma gradual pero continua.

E11. Generar campañas de concientización en el medio universitario, animando a los estudiantes a participar en protestas pacíficas donde no se comprometa el patrimonio universitario.

E12. Evaluar la posibilidad de implementar de forma controlada, una tarifa pequeña de pago estudiantil por el servicio, para generar recursos internos que amplíen la disponibilidad presupuestaria.

E13. Proponer a las cátedras de control tanto de la Escuela de Mecánica como de Sistema, a la Escuela de ingeniería Eléctrica, y a los postgrados de Control y otros relacionados, bajo la forma de proyectos, el desarrollo de programas y equipos de detección de fallas de vehículos de nuevas tecnologías.

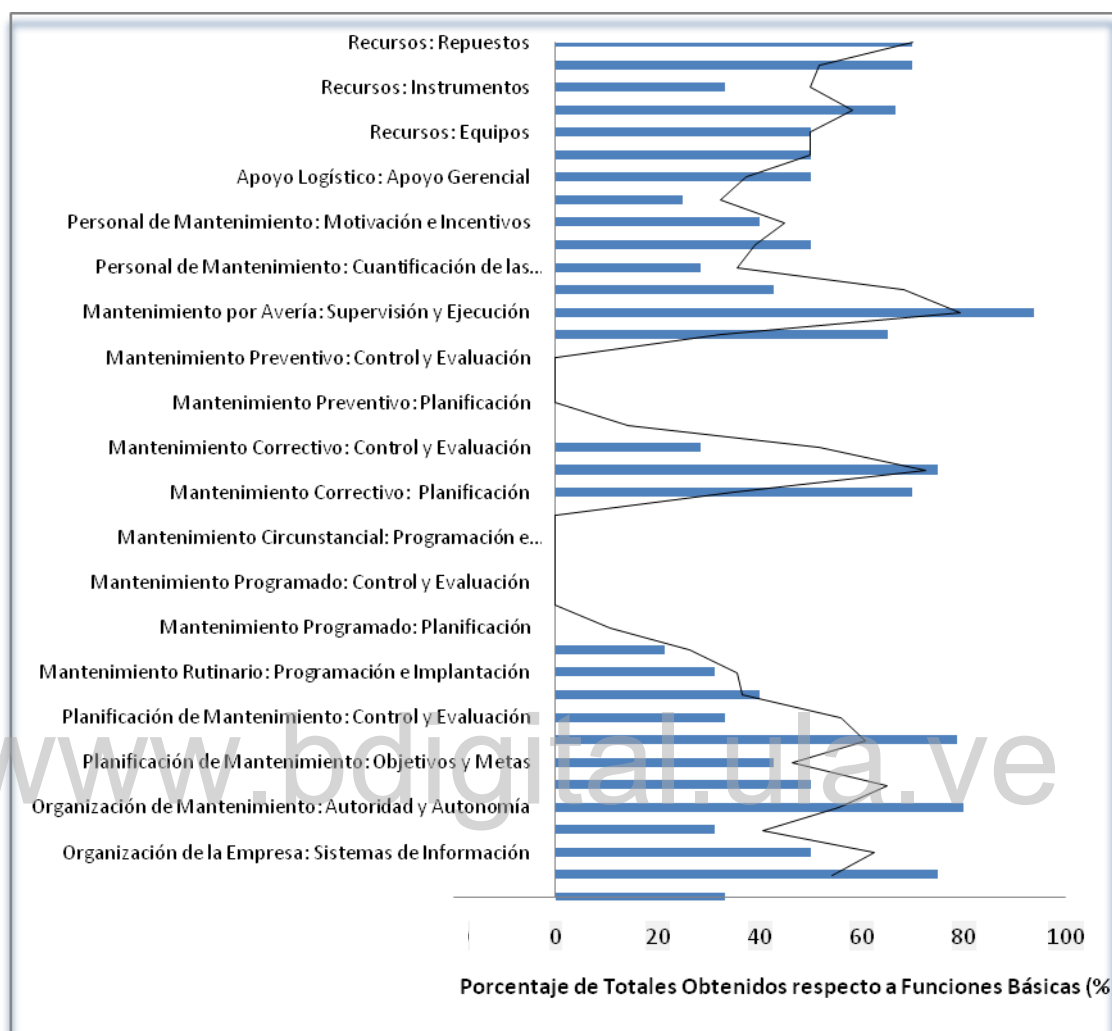
E14. Solicitarle al Postgrado de Vías de la Escuela de Ingeniería Civil, un proyecto de adecuación y distribución de rutas urbanas y extra-urbanas donde el transporte colectivo privado de la ciudad, el Sistema TROL-Mérida y el transporte colectivo universitario se complementen y satisfagan de forma eficiente las necesidades de los ciudadanos merideños y de zonas aledañas, que se refuercen en especial las troncales que son las áreas más desasistidas.

E15. Iniciar a través de la Dirección de Servicios Generales y la Oficina de Relaciones Interinstitucionales, conversaciones de diálogos entre el Ejecutivo Regional y el Departamento de Transporte, para discutir temas relacionados al servicio de transporte urbano e intra-urbano y se presente el proyecto antes citado.

En el mismo orden de ideas y para complementar la información recopilada, en las matrices anteriores, se aplicaron las Normas COVENIN 2500-93 y 2059-2003, para determinar la capacidad de gestión de la empresa y el cumplimiento de las normas dentro del Taller del Departamento de Transporte. Tales normas bajo la presentación de formularios, fueron utilizadas con el sector dirigente tanto de la Unidad de Apoyo SATULA como de la sección de Taller Mecánico.

Por su parte, la Norma 2500-93, designada como “Manual para evaluar los sistemas de Mantenimiento de la Industria” (Anexo No. 5), permite la evaluación sistematizada del Departamento de Transporte, determinando según las disposiciones establecidas, que:

- El criterio de ponderación de deméritos de los doce (12) principios básicos evaluados, da como resultado un porcentaje de cumplimiento de los mismos en el orden del 35%, distando éste valor del rango tolerable de eficiencia.
- El perfil organizacional de la empresa (Ver Gráfica No. 5.1) evidencia que el departamento en función del mantenimiento no está orientado al establecimiento de planes de mantenimiento preventivos ni a la ejecución de actividades programadas, por cuanto no dispone de suficientes recursos para llevarlos a cabo.
- Asimismo, se demuestra que no se cuenta con un número suficiente de mecánicos y personal experto para inspeccionar, sustituir y reparar los sistemas de cada unidad y/o piezas, tomando en cuenta que la limitada nómina del personal debe dar atención inmediata a las unidades fuera de servicio que requieren reparación en base a las prioridades delimitadas en las políticas de la sección de Transporte y del Taller Mecánico, sin importar la paralización del servicio de transporte colectivo y otros (ante la jerarquía del departamento solicitante).
- Así también, se determina que las herramientas especiales de trabajo, equipos específicos, repuestos y materiales necesarios para ejecutar las labores de mantenimiento son limitadas, obligando al personal a retrasar las actividades por espera de los mismos, mientras son utilizados en otras unidades; destacando sin embargo, que la dotación de herramientas de uso común se observa en cada cubículo de trabajo.
- Se destacan entre las faltas relacionadas en el manual, que no están dados los mecanismos de control efectivo y evaluación de las tareas de mantenimiento realizadas, que discriminen mano de obra, refacciones, recursos y tiempos de ejecución donde se distingan tiempos muertos, tiempos administrativos, entre otros.



Gráfica No. 5.1. Perfil Organizacional del Departamento de Transporte de la ULA (Norma COVENIN 2500-93).

- Tanto el mantenimiento correctivo y por avería, prevalecen en el departamento, por cuanto se percibe, teóricamente, en los niveles gerenciales del mismo, que el mantenimiento preventivo y más aún el predictivo, implican inversiones mayores a lo establecido en el presupuesto, olvidándose de que el mantenimiento correctivo, implica la paralización del servicio del transporte, y por ende se generan gastos mayores.

Por su parte, al aplicar la Norma COVENIN 2059-2002 (Ver Anexo No. 6), que establece el método cuantitativo y cualitativo para la evaluación de talleres de uso automotriz, destinados para la reparación y/o mantenimiento de vehículo de motores con pesos menores o iguales a 3500 Kg de peso bruto vehicular, se destaca en la Ficha de Evaluación resultante (Anexo No. 7) una calificación 37,91 puntos, que representa el mismo porcentaje tomando en cuenta que la puntuación máxima total establecida es de 100 puntos (100%). Es importante resaltar que la valoración obtenida, no es tan severa como se establece pues existen algunos aspectos que se cumplen hasta cierto nivel pero no en su totalidad; sin embargo, según las normas cuando ocurren estos casos se consideran incumplimientos, de igual manera. Se determinan a continuación los ocho aspectos evaluados y los deméritos detectados junto a imágenes que respaldan la información:

Instalaciones Físicas: No están delimitados los puestos de trabajo sobre el piso con las franjas de color amarillo tráfico de 15 cm. de ancho, pues se disponen de unos postes de sostén del techo que llevan ese color. Igualmente la iluminación, es menor a los 1000 lux, tomando en cuenta que las lámparas están a la altura del techo y no próximas a las áreas reales de trabajo. Vale acotar que las horas de trabajo del taller se llevan a cabo durante las horas de mayor luminosidad del día, por lo que esto no se convierte en un agravante.

Fig. No. 5.1 Cubículos Taller Mecánico sin el rayado amarillo en el suelo reglamentario



Equipos y Herramientas: Se determinó que el número de herramientas y equipos de trabajo no es suficiente para el personal del taller y menos aún para las actividades diarias requeridas; así también que no existe un procedimiento de control estricto de uso de las mismas tanto de las comunes como de las específicas, reportándose en ocasiones daños en las mismas. No se realizan calibraciones frecuentes de los equipos de medición de voltaje, amperaje, peso y otros, con patrones trazables nacionales (SENCAMER).

Fig. No.5.2. Equipos de mantenimiento



Personal: Los trabajadores del taller no tienen conocimiento de procedimientos escritos del área, a pesar de que se han actualizado los mismos en dos (2) ocasiones desde el año 2005. De igual forma, algunos trabajadores participan de forma esporádica en charlas y cursos de actualización promocionados por proveedores y personal de la sección de apoyo SATULA pero no por la Dirección de Personal (No se conocen programas anuales de capacitación, tomando en cuenta que siempre se presupuestan).

Seguridad Industrial: No se cumplen las normas COVENIN en materia de electricidad (elementos de protección, identificación de tuberías, otros),

detección, alarma y extinción de incendios (un ejemplo, es la poca frecuencia de recarga de los extintores). Igualmente, se observa nula señalectica de las vías de escape y de las áreas de trabajo, área de almacenamiento de inflamables próxima a los cubículos de trabajo, un depósito de desechos y chatarra en el mismo lugar de almacenamiento de repuestos e insumos y una indumentaria en el personal no adecuada para las tareas que se realizan (ver Anexo No. 8, Norma 2237 - Ropa de trabajo y equipos de protección personal de acuerdo al trabajo). Con respecto a este último aspecto señalado, cabe decir que cuentan con indumentaria más se observa que los mecánicos no utilizan en ocasiones las mismas.

Figura No. 5.3. Áreas de trabajo desordenadas, sucias y sin señalectica de Seguridad y Salud Laboral (H&SI) correspondiente.



Fig. 5.4. Taller Mecánico sin identificación y señalectica de H&SI.



Fig. No. 5.5. Área de almacenamiento y resguardo de equipos, sin protección ni identificación.



Áreas de Atención al Cliente: Con respecto a este punto, se determina que no se tienen dentro del taller, las condiciones dadas para la atención de los clientes (chóferes de vehículos y otros) que asisten al taller y al almacén, pues no se tiene mobiliario para la espera de la notificación del estatus o entrega del vehículo, ni sanitarios para su disposición.

Control de Gestión: Ciertamente en este punto se puede asegurar que se tienen mecanismos de registro de información dentro del taller (ver Anexos 8-11). Pero los mismos no son aprovechados de forma oportuna por el sistema, pues no se dispone de un módulo que maneje el reporte de fallas y los recursos utilizados en revisiones, reparaciones y otros.

Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo: Se determinó que no se cuenta con un número suficiente de baños, duchas ni lockers para el personal que labora en la sección del taller mecánico; sin obviar que éstas áreas son frecuentadas por los chóferes de las unidades de transporte colectivo y personal foráneo del departamento que asiste al lugar para solicitar revisiones y/o reparaciones, verificar y/o retirar de los vehículos asignados a sus dependencias. Por su parte, los cubículos no se encuentran

en adecuado estado de limpieza y orden, por lo que se pueden suscitar incidentes y accidentes en el área.

Fig. 5.6. Cubículos con manchas de grasa, aceite y desechos de trabajos en el piso.
Elementos de soporte vehicular inadecuados.



Contaminación Ambiental: Con respecto a éste aspecto se cumplen las normas exigidas, sin embargo, es conveniente realizar una distribución de área adecuadas que permitan mejorar las condiciones de trabajo del personal de la sección del taller y permita la construcción de cubículos de espera debidamente ventilados y asistidos por sistemas de apoyo adecuados.

Los tres (3) instrumentos aplicados reflejan una situación funcional y organizacional del Departamento de Transporte (sección de Taller Mecánico y de Transporte), que indica fallas tanto en el reporte y flujo de información, como en el establecimiento de las prioridades de la misma, no por desconocimiento sino por adolecencia de recursos en general. De esta forma, queda definido el **contexto organizacional** delimitado por la metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC).

V.2. ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA.

Tal como se mencionó en la metodología del presente documento, se recopilaron los reportes de fallas de las unidades que se detallan a continuación, registrados en el Modulo SATULA, durante el período 2007-2008.

En los anexos No. 13, 14 y 15, puede observarse que se realizan reporte de fallas en ocasiones a niveles muy someros, cuando por ejemplo se refiere al Motor sin determinar cual pieza del mismo refiere la falla en específico. En otras oportunidades se determina como falla Cauchos, sin determinarse si se trato de una sustitución, reparación o rotación de los mismos. Así también se tiene que hay registros concretos de las anomalías presentadas como válvulas, clutch, entre otros.

Adicionalmente, en vista de que se detallan reportes de fallas variados, que atienden a partes y piezas variadas de los vehículos que por su puesto, no son las mismas de unidad a unidad, tal como se estableció en el mismo apartado, pues cada una resulta representativa dentro de la población, al ser expuestas a condiciones de trabajo diferentes, se establece un nivel de análisis y detalle de “**Sistema**”.

En cualquier vehículo se tienen los siguientes sistemas que servirán de referencia para el Análisis de Modo de Fallas y Efectos (AMFE):

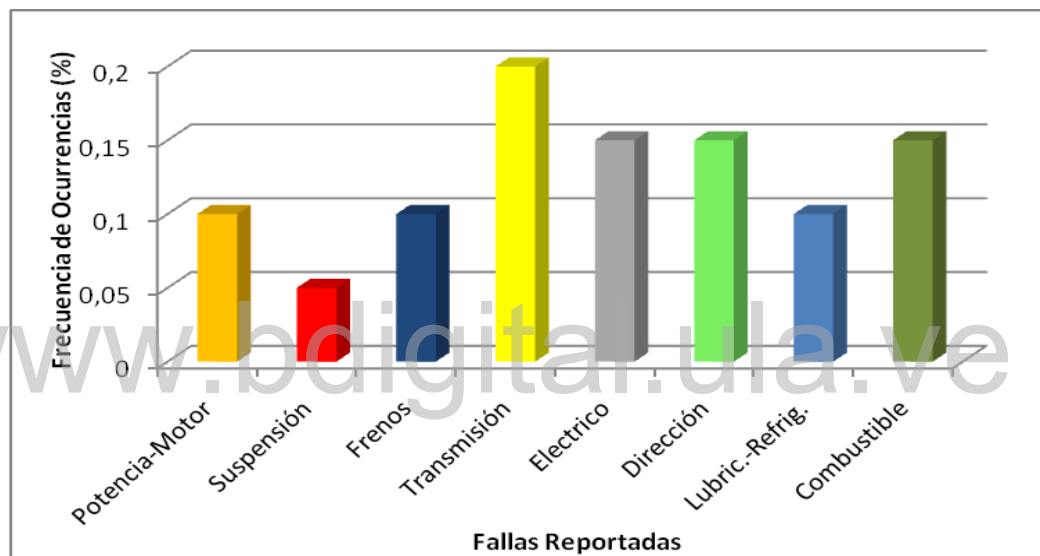
1. Sistema de Potencia-Motor: Incluye el bloque de cilindros, el cigüeñal, biela y pistones; así como, el árbol de levas, las válvulas, balancines, culatas de cilindros (cámara), el volante de inercia, y el circuito secundario de alto voltaje, que involucra a bobinas y bujías.
2. Sistema de Combustible: Incluye el depósito o tanque del combustible, flotador, llaves de paso, filtro de aire, mangueras o conexiones, bomba de inyección de combustible y carburador o inyectores, según el modelo.
3. Sistema de Lubricación y Refrigeración: La lubricación se sustenta mediante la bomba de aceite, el filtro de aceite, la válvula de caudal, el cárter, las tuberías y la válvula de mando. La refrigeración se realiza a

través del radiador, la bomba de agua o refrigerante, ventilador de paletas y termostato.

4. Sistema de Frenos: Lo conforman el pedal de frenos, tuberías, bomba de frenos, depósito de liga de frenos, tambores, discos, bandas y resortes, accionadores de bandas o tacos. Los de aire incorporan el diafragma, tanque de aire, gobernador, machimbre, rache, compresor y rodillos.
5. Sistema de Dirección: Lo componen el tren delantero: barra de dirección, palanca acodada, palancas de dirección, varillas tensoras y en algunos modelos válvulas de caudal.
6. Sistema de Suspensión: Esta conformado por resortes o barras de torsión (ballestas), pasadores de ballestas y tornillos tipo “U” de ballestas, amortiguadores hidráulicos o neumáticos, barras estabilizadoras, pines o pasadores de ejes, ruedas, rines y neumáticos.
7. Sistema de Transmisión: La potencia de los cilindros se transmite al embrague (clutch), plato, disco y collarín, la caja de cambios o velocidades, crucetas y muñones, el cardán, los colgantes y el diferencial, según el modelo de la unidad.
8. Sistema de Escape: Turbo alimentador, múltiples de escape y catalizador, silenciador.
9. Sistema Eléctrico: Se constituye por la batería, el alternador, el motor de arranque y el sistema de luces.
10. Sistema Chasis y carrocería: Chasis, puertas, asientos y sistema eléctrico secundario.
11. Sistema de Auxiliares: Limpiaparabrisas, Motor del mismo, mecanismos de apertura y cierre de puertas y ventanas, vidrios, espejos, bocinas, reproductor y radio comunicador. Así también, los elementos de control y monitoreo como el reloj de temperatura, de presión de aceite, de nivel de gasolina, velocímetro y odómetro; y los elementos de confort y seguridad, que vale acotar actualmente las unidades no están provistas de los mismos, como son aire acondicionado, Sistema Anti-coleo (Antiskid Brake System –ABS-), Alarmas, Parachoques, cinturones de seguridad, Sistema de Posición Global (Global Position System –GPS-) y bolsas de aire.

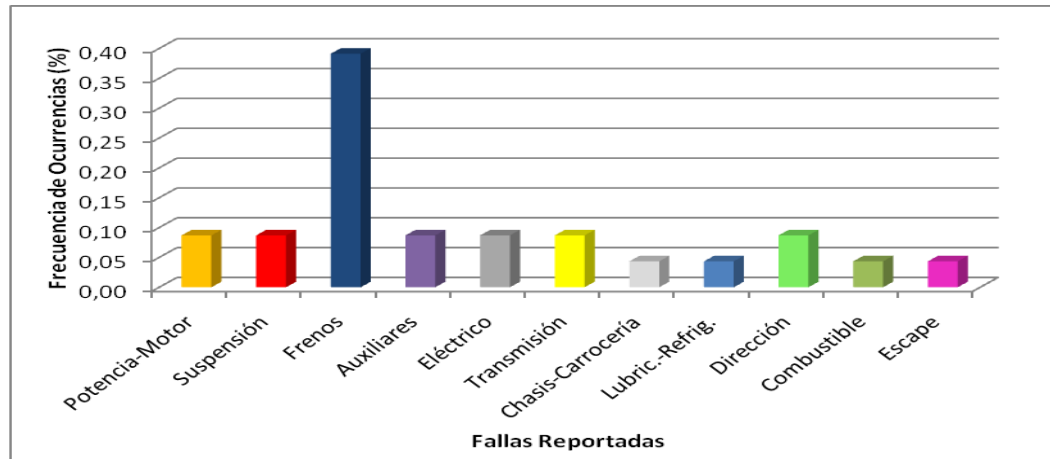
Teniendo en cuenta, los sistemas definidos para analizar las fallas reportadas en las unidades, se muestran las respectivas gráficas de ocurrencia de falla:

- La **Gráfica No. 5.2.**, muestra la ocurrencia de fallas en la **Unidad** de Transporte Colectivo **No. 014**, donde las fallas en el sistema de Transmisión se presentan de forma repetitiva en un 20%, seguidas en igual orden de ocurrencia de las fallas de tipo eléctricas, del sistema de dirección y en el de combustible (15%), así como otras cuya aparición es poco relevante en comparación con las anteriores.

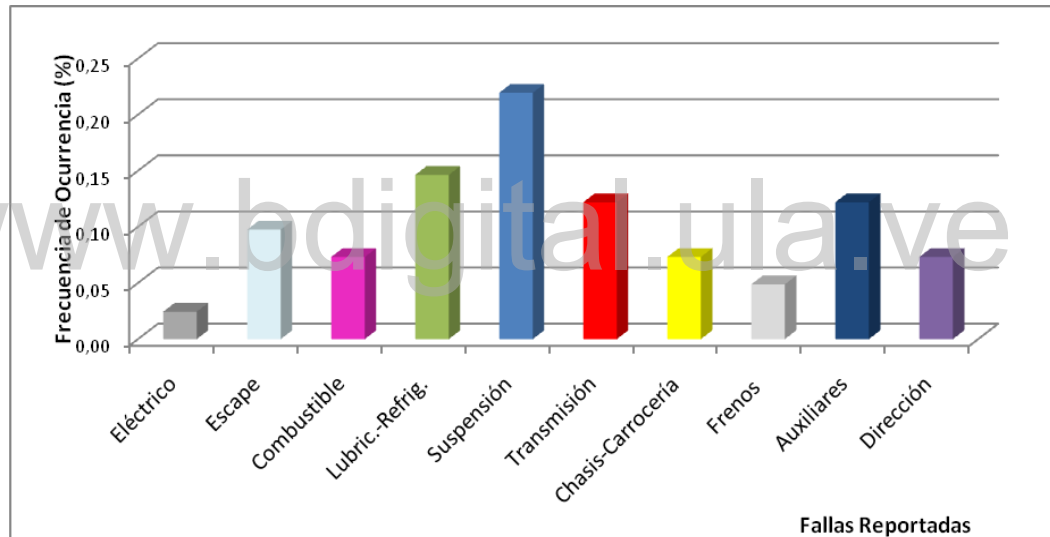


Gráfica No. 5.2. Ocurrencia de Fallas de la Unidad No. 014

- La **Grafica No. 5.3.**, evidencia la ocurrencia de fallas en la **Unidad** de Transporte Colectivo **No. 019**, donde se observa que las fallas en el sistema de frenos es representativa (casi el 40%) en comparación con la ocurrencia de las demás fallas presentadas.
- La **Gráfica No. 5.4.**, reporta la ocurrencia de fallas en la **Unidad** de Transporte **No. 047**, destacando con un 22% las de Suspensión, seguido en orden de incidencia las fallas del sistema de Lubricación-Refrigeración (15%), las de Transmisión con un 12% y otras con menores porcentajes.

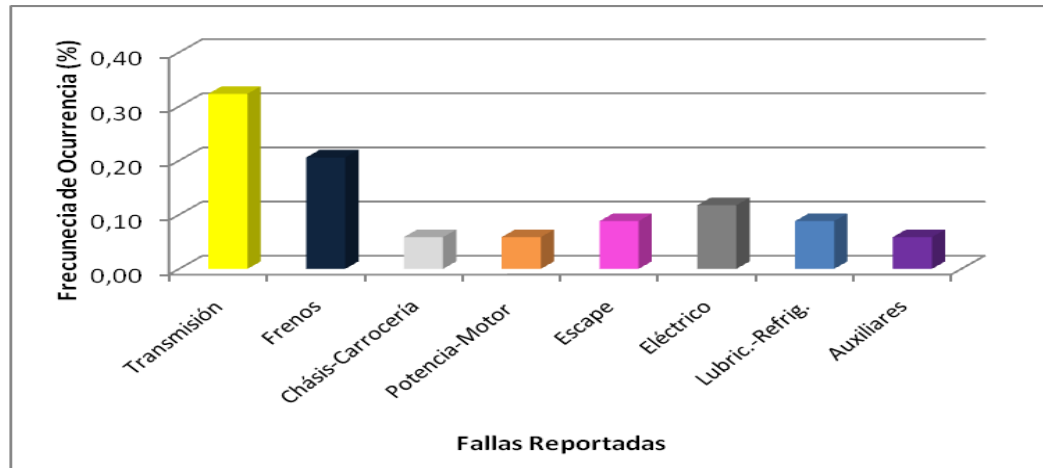


Gráfica No. 5.3. Ocurrencia de Fallas de la Unidad No. 019

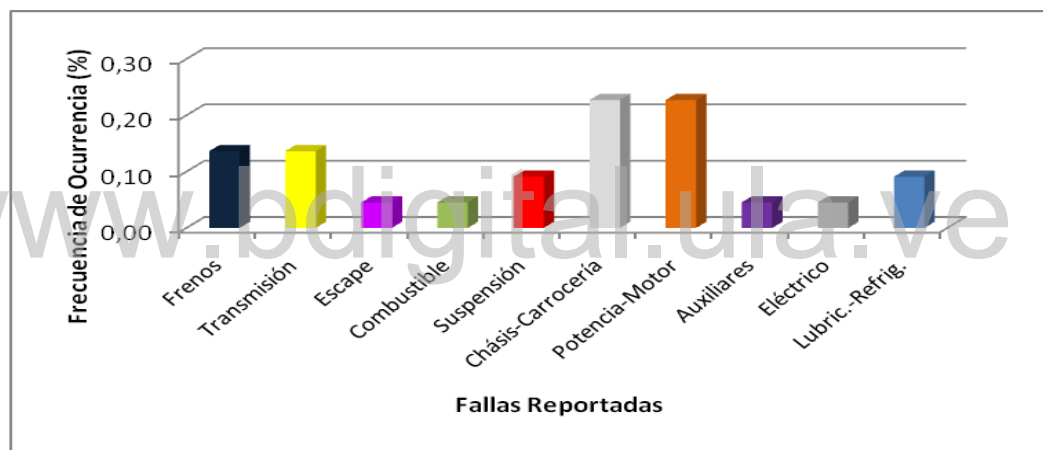


Gráfica No. 5.4. Ocurrencia de Fallas de la Unidad No. 047

- La **Gráfica No.5.5.**, comprueba que la Ocurrencia de Fallas de la **Unidad No. 098**, que prevalece en su mayoría con más de 30% son las fallas de Transmisión, seguidas de anomalías del sistema de los frenos (20%) y de otros con porcentajes de aparición mucho menores.
- La **Gráfica No. 5.6.**, muestra la Ocurrencia de Fallas de la **Unidad No. 099**, donde se destacan en igual número de incidencias (23%) las fallas tanto del sistema de potencia (motor y válvulas) como del chasis-carrocería, seguidas de las fallas de los frenos y de la transmisión con un 14% y otras de menor ocurrencia.



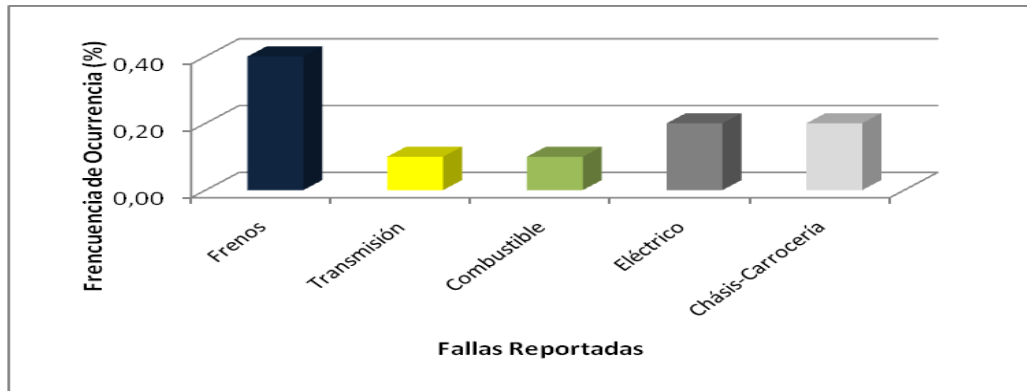
Gráfica No. 5.5. Ocurrencia de Fallas de la Unidad No. 098



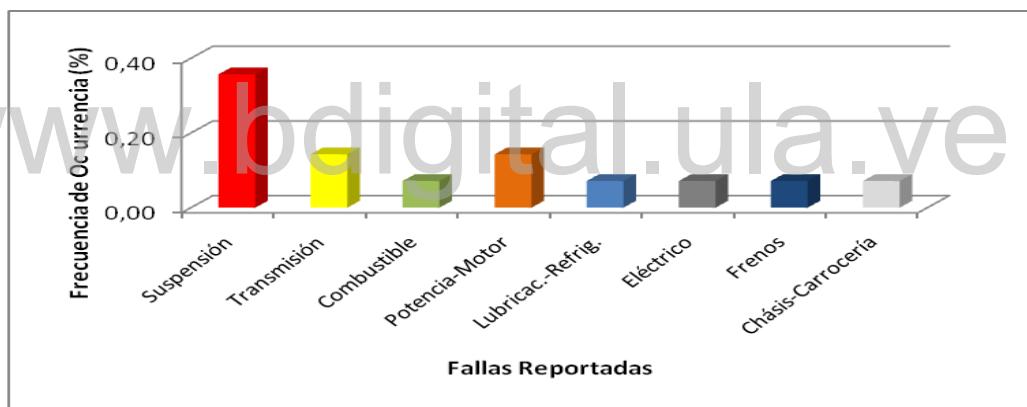
Gráfica No. 5.6. Ocurrencia de Fallas de la Unidad No. 099

- La **Gráfica No. 5.7.**, por su parte, demuestra que la Ocurrencia de Fallas de la **Unidad No. 100**, atiende a fallas del sistema de frenado en un 40%, siendo las demás poco representativas en comparación con la misma.
- La **Gráfica No. 5.8.**, evidencia la Ocurrencia de Fallas de la **Unidad No. 126**, destacandose las fallas del sistema de los frenos en un 36%, y le siguen con un 14%, tanto las fallas de transmisión como del sistema de potencia, en particular del motor; acompañadas también por fallas de otro tipo que ocurren en menor grado.
- La **Gráfica No. 5.9.**, muestra la Ocurrencia de Fallas de la **Unidad No. 127**, donde predominan las fallas del Sistema Potencia-Motor con un

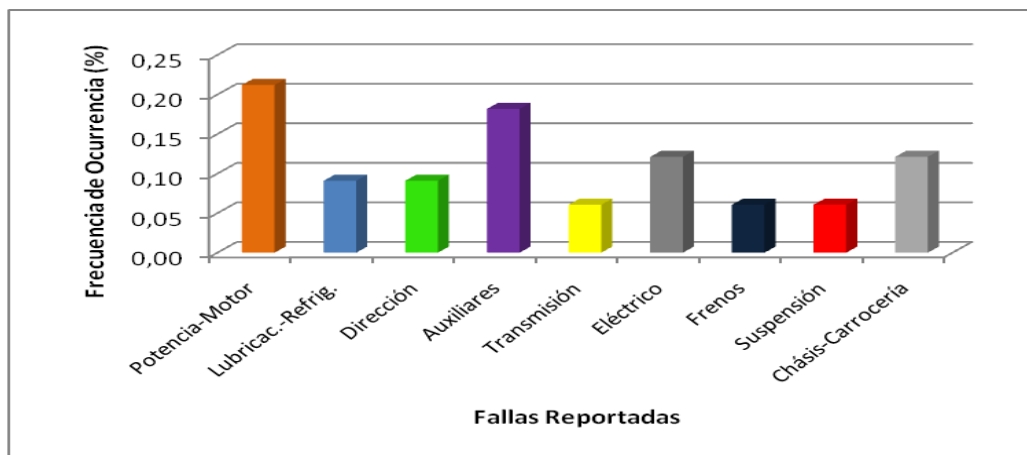
21%, seguida de las fallas no funcionales de los sistemas auxiliares con un 15% y de los sistemas eléctrico y chasis-carrocería con un 12%. Las demás fallas aparecen en pocas ocasiones.



Gráfica No. 5.7. Ocurrencia de Fallas de la Unidad No. 100

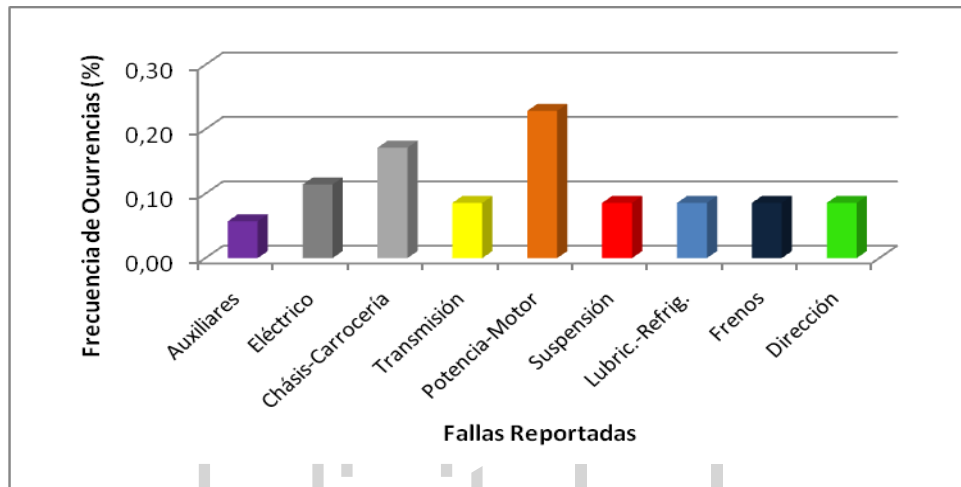


Gráfica No. 5.8. Ocurrencia de Fallas de la Unidad No. 126



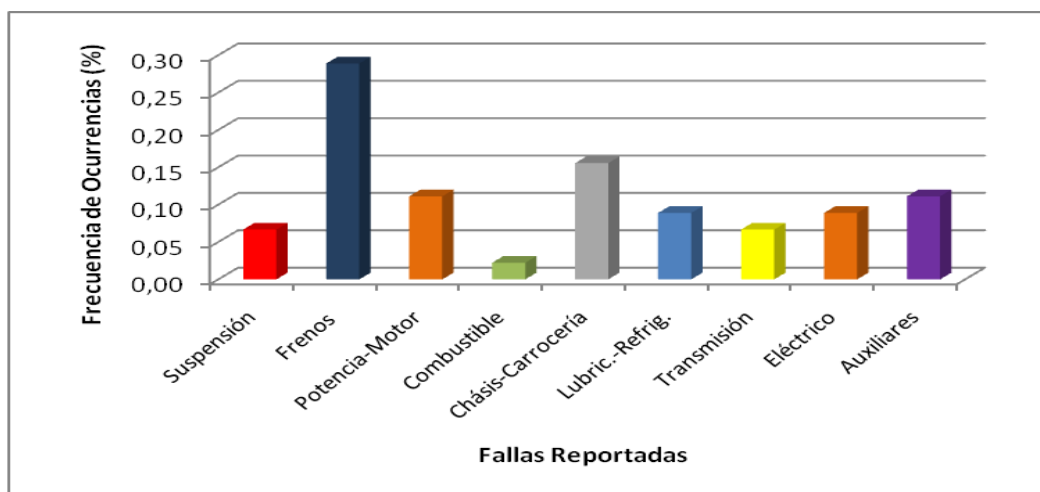
Gráfica No. 5.9. Ocurrencia de Fallas de la Unidad No. 127

- La **Gráfica No. 5.10.**, muestra la Ocurrencia de Fallas de la **Unidad No. 129**, donde se destacan las fallas del sistema de Potencia-Motor con un 22%, y a continuación con un 16%, las que atienden al Chasis-Carrocería, siendo las demás de menor incidencia por presentarse en un 10%.



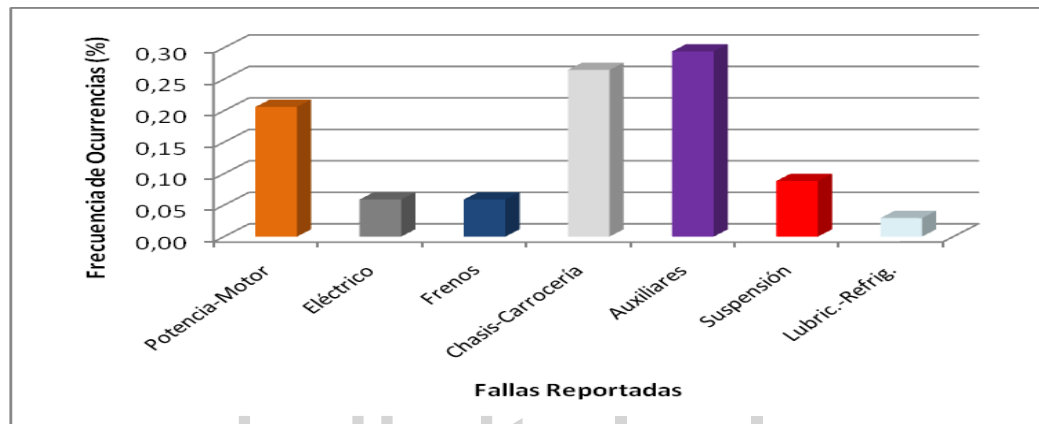
Gráfica No. 5.10. Ocurrencia de Fallas de la Unidad No. 129

- La **Gráfica No. 5.11.**, presenta la Ocurrencia de Fallas de la Unidad **No. 192**, destacándose las fallas del sistema de frenos con un 29% y seguido en un orden considerable del 15% por las fallas no funcionales del sistema chasis-carrocería.



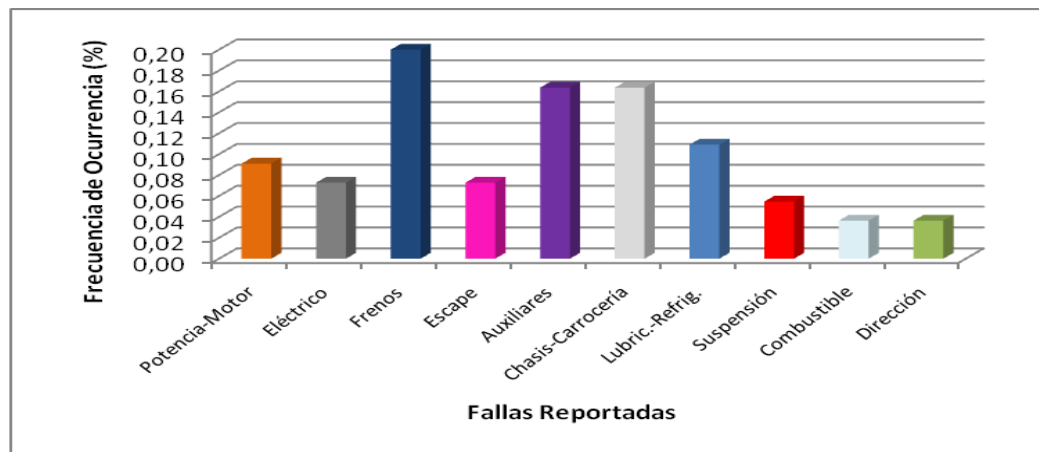
Gráfica No. 5.11. Ocurrencia de Fallas de la Unidad No. 192

- La **Gráfica No. 5.12.**, evidencia la Ocurrencia de Fallas de la **Unidad No. 196**, donde se detalla que las fallas de los sistemas de chasis-Carrocería y Auxiliares predominan con un 25%, seguidos con un cierto grado de relevancia por las consecuencias que deriva su ocurrencia las fallas del sistema Potencia-Motor con un 20%, y otras con incidencias menores al 10%.



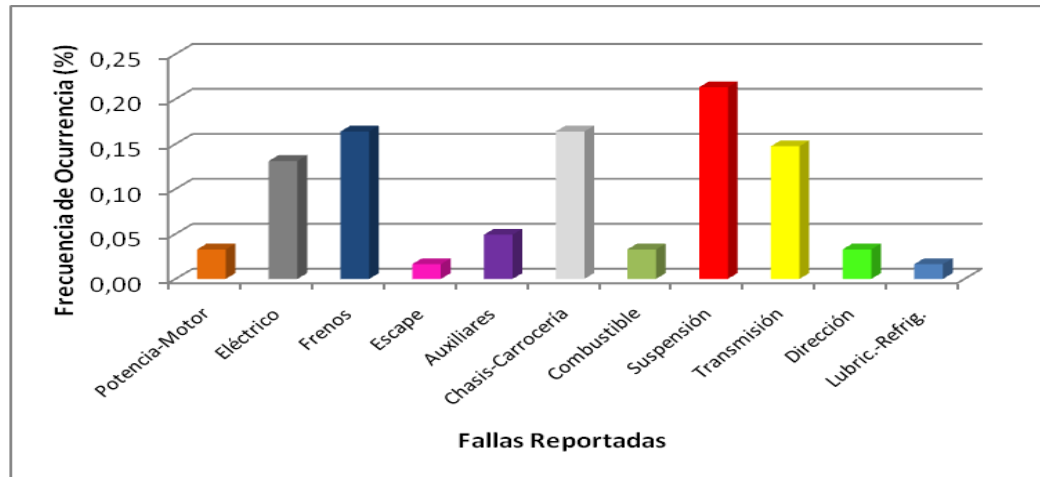
Gráfica No. 5.12. Ocurrencia de Fallas de la Unidad No. 196

- La **Gráfica No. 5.13.**, presenta la Ocurrencia de Fallas de la **Unidad No. 197**, donde las fallas del sistema de frenos tiene una incidencia de 20%, seguida inmediatamente por las fallas de los sistemas auxiliares y Chasis-Carrocería con 16% y otras anomalías en menor grado de ocurrencia.



Gráfica No. 5.13. Ocurrencia de Fallas de la Unidad No. 197

- La **Gráfica No. 5.14.**, muestra la Ocurrencia de Fallas de la **Unidad No. 228**, donde se destacan las fallas de Suspensión con un 21%, seguidas de las fallas en el sistema de los frenos y del chasis-carrocería con 16% así como de las fallas en la transmisión (15%). Se observan otras anomalías pero en menor grado.



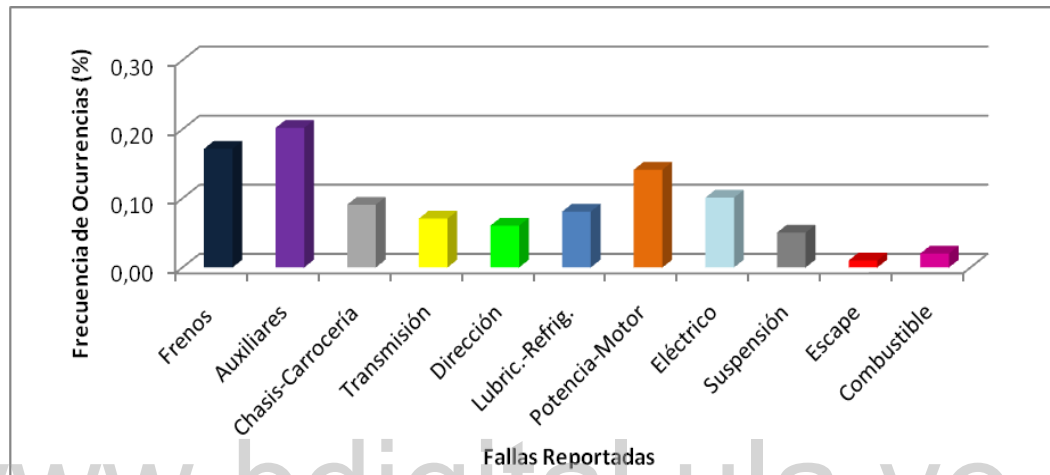
Gráfica No. 5.14. Ocurrencia de Fallas de la Unidad No. 228

- La **Gráfica No. 5.15.**, presenta la Ocurrencia de Fallas de la **Unidad No. 255**, estableciéndose fallas a un mismo nivel de incidencia de correspondientes a las de los sistemas de Potencia-Motor, de tipo eléctrico y las no funcionales como son las auxiliares (16%). Le sigue en orden de aparición las fallas del sistema de Lubricación-Refrigeración con un 13% y otras con porcentaje menor al 6%.



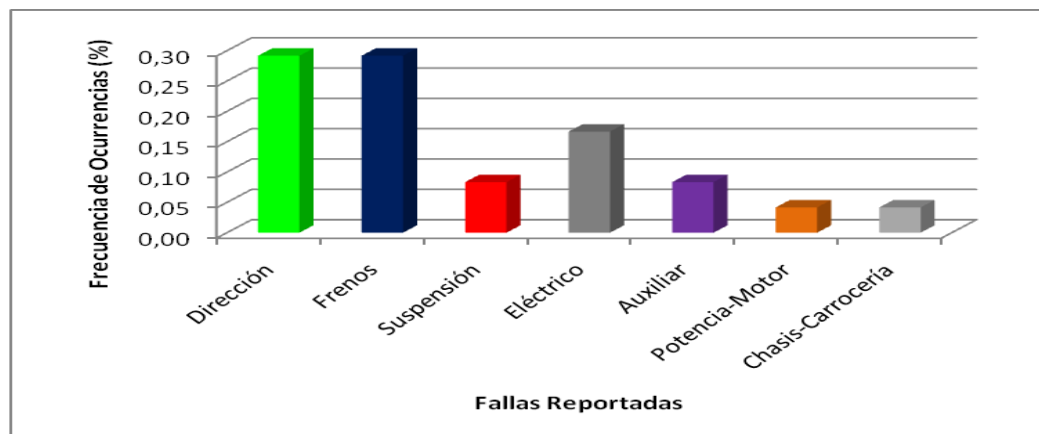
Gráfica No. 5.15. Ocurrencia de Fallas de la Unidad No. 255

- La **Gráfica No. 5.16.**, evidencia que la Ocurrencia de Fallas de la **Unidad No. 321** predominante en éste vehículo corresponde al sistema de los frenos con 17%, siguiendo en orden de aparición de las fallas de tipo auxiliar y las de Potencia-Motor con un 14% cada una. Posteriormente, se presentan en un 10% las falas de tipo eléctrico y otras con menor grado de aparición.



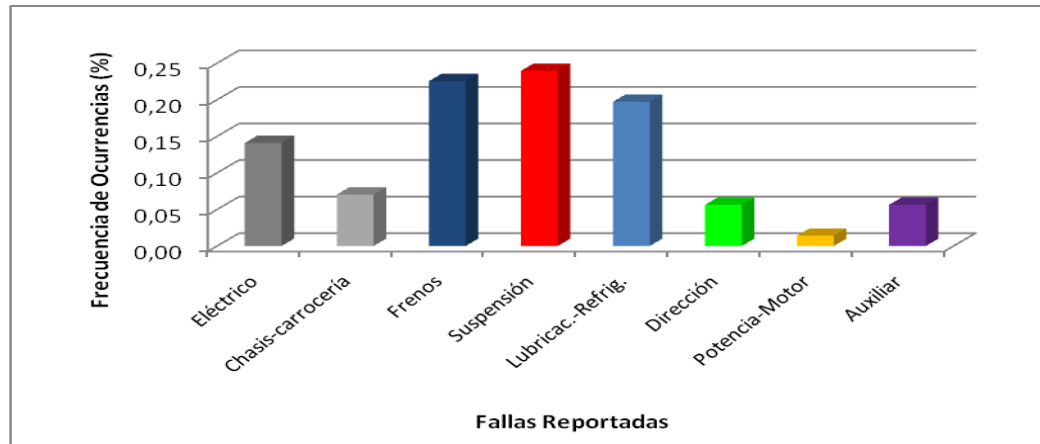
Gráfica No. 5.16. Ocurrencia de Fallas de la Unidad No. 321

- La **Gráfica No. 5.17.**, presenta la Ocurrencia de Fallas de la Unidad **No. 355**, donde se observa que las fallas del sistema de frenos y de dirección aparecen repetitivamente en ésta unidad en casi 30% cada una, y le siguen con un 15% las de tipo eléctrico, así como otras en porcentajes de aparición menores al 8%.



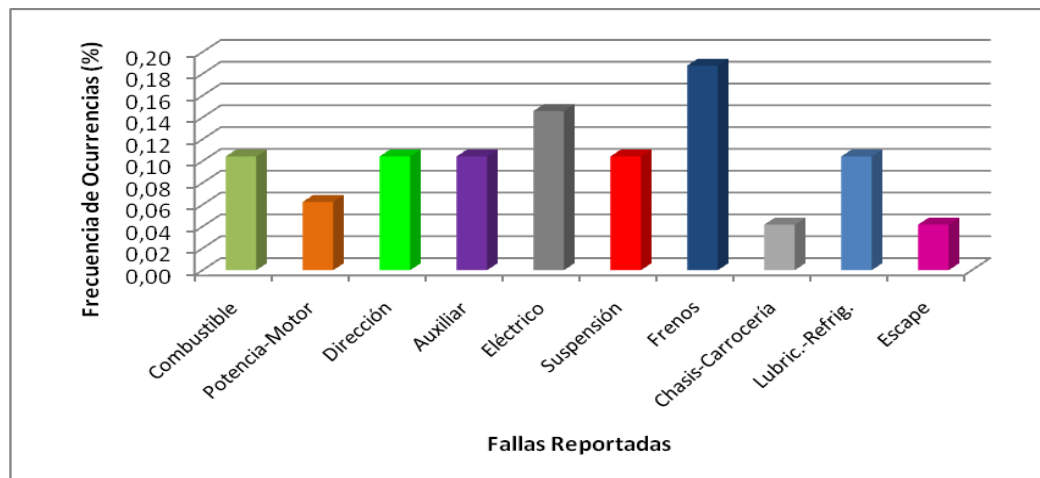
Gráfica No. 5.17. Ocurrencia de Fallas de la Unidad No. 355

- La **Gráfica No. 5.18.**, detalla la Ocurrencia de Fallas de la **Unidad No. 376**, destacando que las fallas de suspensión aparecen con mayor frecuencia (22%), seguidas de las de los frenos (21%) y las del sistema de Lubricación-Refrigeración con un 19%. Las otras fallas ocurridas se presentaron en pocas ocasiones.



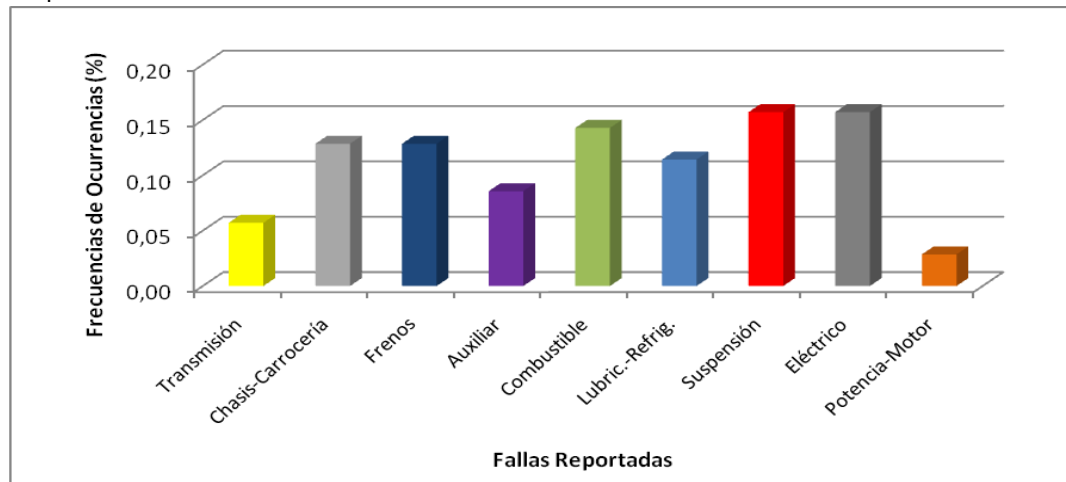
Gráfica No. 5.18. Ocurrencia de Fallas de la Unidad No. 376

- La **Gráfica No. 5.19.**, presenta la Ocurrencia de Fallas de la **Unidad No. 377**, mostrando que los frenos reportan mayores inconvenientes (18%), siguiéndoles en orden de ocurrencia pero en menores ocasiones las de tipo eléctrico con un 14%. En un mismo nivel de ocurrencia están los sistemas de Suspensión, Dirección, Combustible, Potencia-Motor, Lubricación-Refrigerante y Auxiliar con un 10% para cada una de las mismas y otras que reportaran casos aislados.



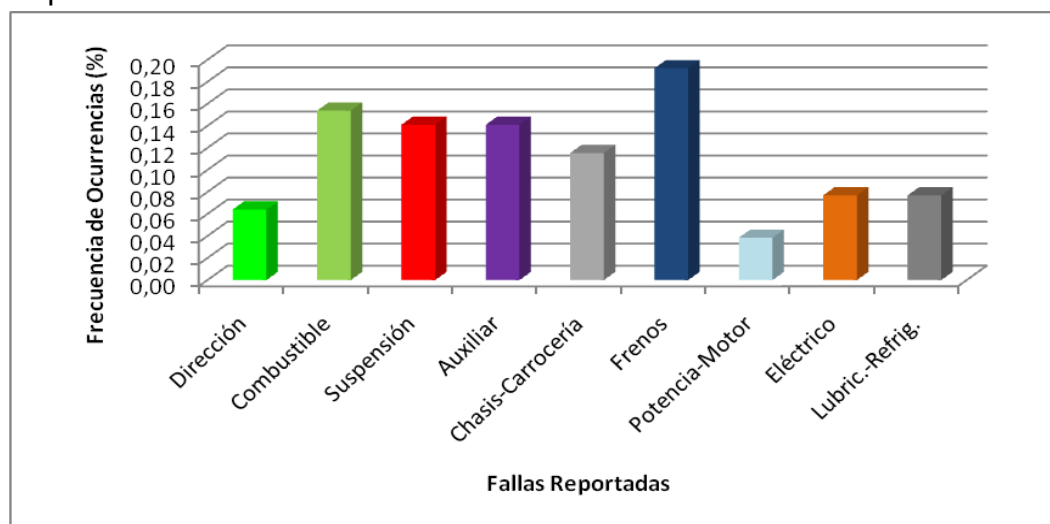
Gráfica No. 5.19. Ocurrencia de Fallas de la Unidad No. 377

- La **Gráfica No. 5.20.**, muestra la Ocurrencia de Fallas de la **Unidad No. 384**, donde los sistemas suspensión y eléctrico aparecen repetidamente con un 15% respectivamente con incidente, seguidos de los de tipo de combustible (13%), mientras los demás



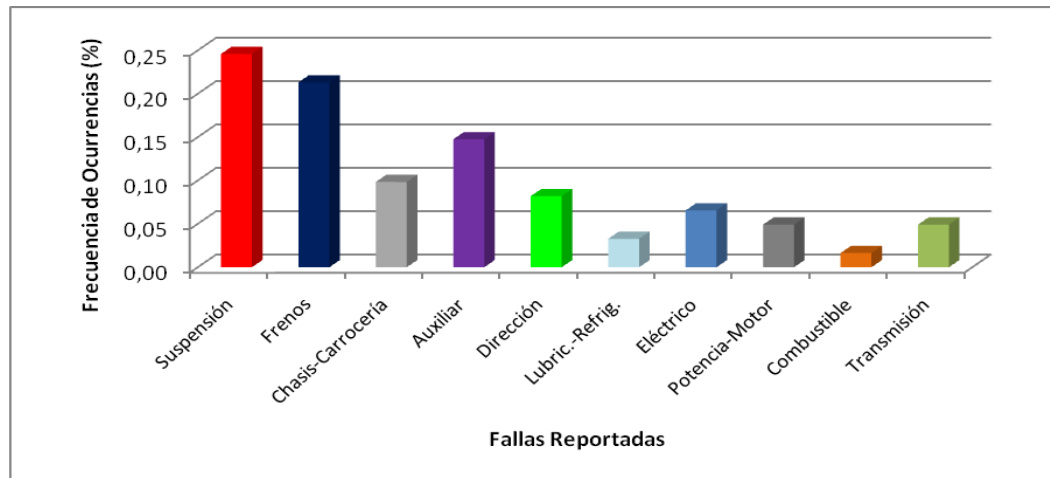
Gráfica No. 5.20. Ocurrencia de Fallas de la Unidad No. 384

- La **Gráfica No. 5.21.**, presenta la Ocurrencia de Fallas de la **Unidad No. 385**, destacándose las fallas del sistema de los frenos en un 19%, seguida de las correspondientes al sistema de combustible con un 15% y del sistema de suspensión con 14%. Las fallas ocurren en pocas ocasiones.



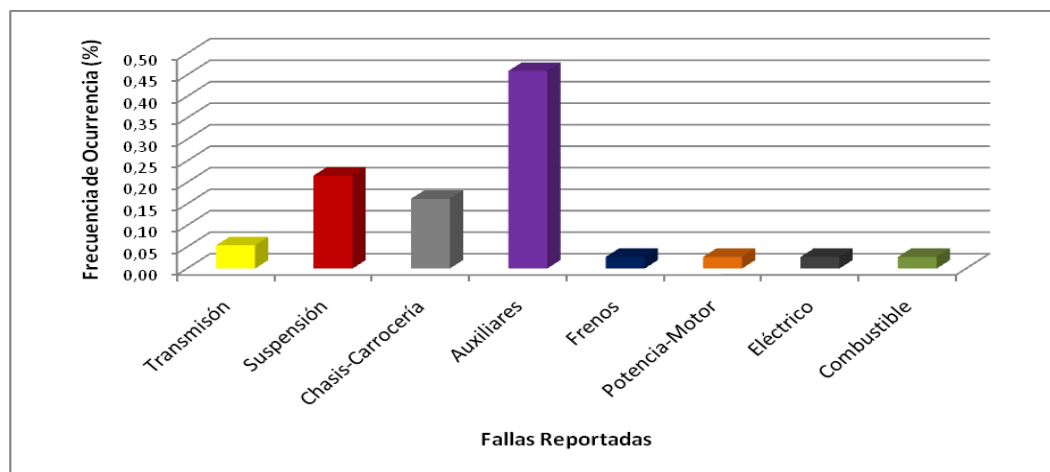
Gráfica No. 5.21. Ocurrencia de Fallas de la Unidad No. 385

- La **Gráfica No. 5.22.**, por su parte, detalla la Ocurrencia de Fallas de la **Unidad No. 409**, mostrando que las fallas que se presentan en mayor oportunidad corresponden al sistema de suspensión (25%) y al sistema de frenos en un 21%, de la totalidad de fallas que se detectan.



Gráfica No. 5.22. Ocurrencia de Fallas de la Unidad No. 409

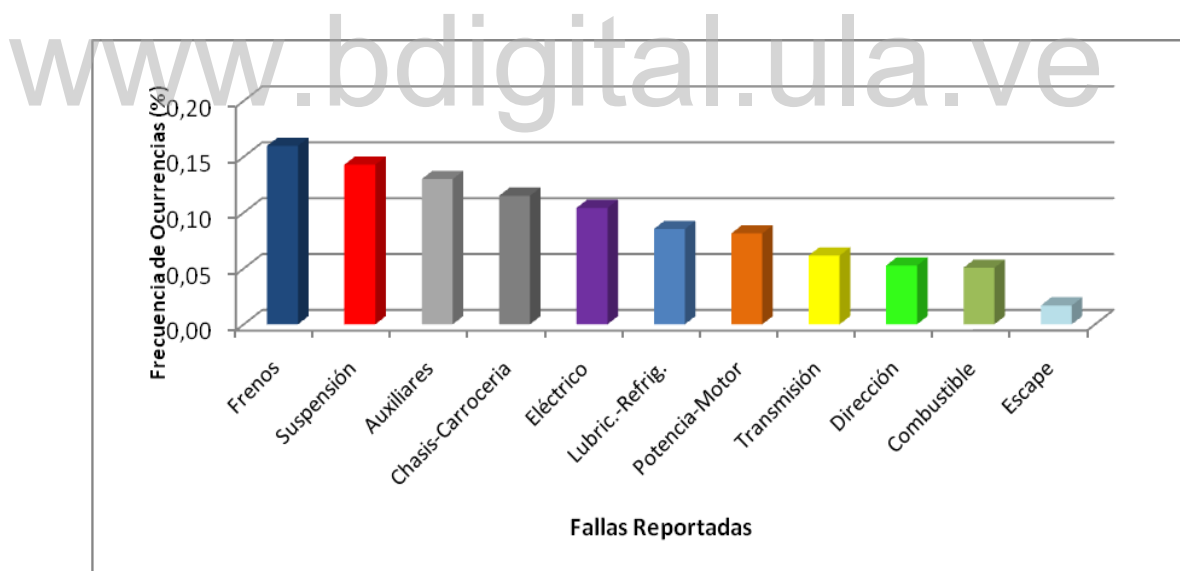
- La **Gráfica No. 5.23.**, muestra la ocurrencia de fallas en la **Unidad de Transporte Colectivo No. 454**, destacándose las correspondientes al sistema de Confort y Seguridad que representan fallas leves no funcionales; seguidas en cuanto a la ocurrencia de las fallas de los Sistemas de Suspensión y Auxiliares, de los cuales las primeras si representan fallas funcionales de consideración.



Gráfica No. 5.23. Ocurrencia de Fallas de la Unidad No. 454

De las gráficas presentadas, se puede obtener información relevante, que se muestra mediante histogramas:

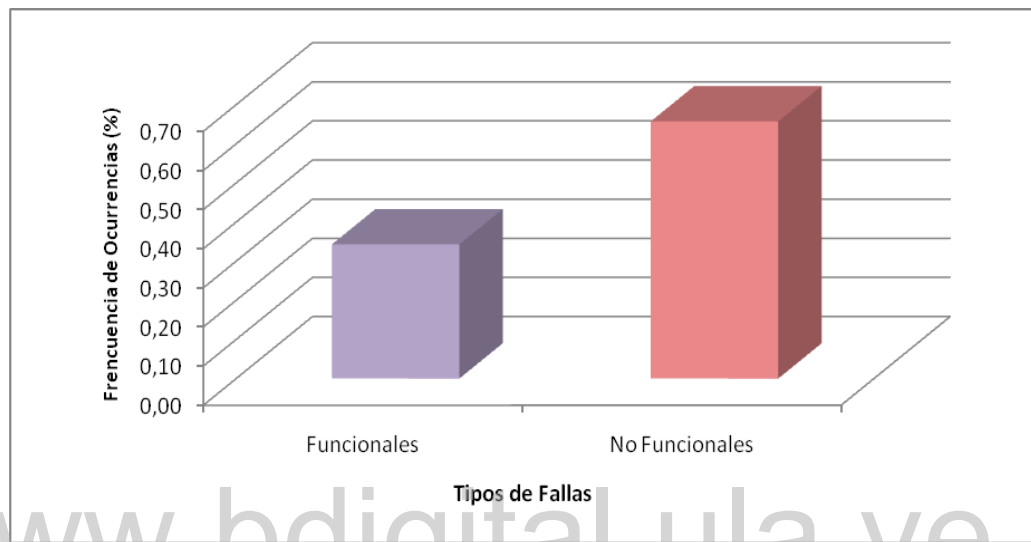
- La Gráfica No. 5.24, muestra el histograma de las ocurrencias de fallas que se presentan en la totalidad de las unidades estudiadas, en función del grado de incidencia. Se detalla que de 961 fallas reportadas en las distintas unidades durante el período 2007-2008, el 16% corresponde al sistema de frenos, seguidos de las fallas del sistema de suspensión que representan el 14%, de las fallas del sistema auxiliar con un 13%, chasis-carrocería con un 12%, del sistema eléctrico con un 10% y las fallas del sistema auxiliar con un 10%. En un nivel más bajo se observan las correspondientes al sistema de Lubricación y Refrigeración(9 %), las del sistema Potencia-Motor con un 8% de ocurrencias, continuadas por las fallas de los sistemas de Transmisión, Dirección, Combustible y el de Escape con porcentajes de aparición de 6%, 5% tanto los segundos como los terceros sistemas indicados, y 2% respectivamente.



Gráfica No. 5.24. Frecuencia Relativa de Fallas reportadas en las unidades de transporte colectivo del Dpto. de Transporte de la ULA durante el período 2007-2008.

- Entretanto, en la Gráfica No. 5.25., se destacan las ocurrencias de las fallas Funcionales de las No Funcionales, con una diferencia de casi 30%. Si se retoma la teoría, las Fallas Funcionales son aquellas que ocasionan paradas de la unidad de transporte, al presentarse

problemas en los sistemas operacionales de la misma (Potencia-Motor, Frenos, Suspensión, Lubricación-Refrigeración, Combustible, Transmisión, Dirección, Eléctrico –en lo que concierne al Encendido) y las Fallas No Funcionales, por su parte, no alteran la operatividad del vehículo (Chasis-Carrocería, Auxiliares, Escape).



Gráfica No. 5.25. Frecuencia de Ocurrencia de las Fallas Funcionales y No Funcionales en las Unidades de Transporte Colectivo de la ULA durante el período 2007-2008.

Tomando en cuenta la información compilada y analizada en el proceso de investigación llevado a cabo, se pasa a la fase de análisis de resultados de las siete (7) preguntas clave que establece la metodología del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) en base a cada sistema delimitado para las unidades de transporte colectivo de la ULA, y mediante la aplicación de la técnica de Análisis de Modos de Fallas y Efectos (AMFE).

A continuación se detallan en las tablas 5.3. - 5.15., las respuestas formuladas de cada sistema, retomando que las iniciales “F” corresponden al Índice de Frecuencia de ocurrencia de la falla, “G” representa el Índice de Gravedad de la falla y “D” el grado o dificultad de detectabilidad de la misma una vez que se presenta (Tablas 3.2, 3.3. y 3.4. del Marco Teórico):

Tabla No. 5.3. MCC del Sistema de Frenos:

AREA OPERACIONAL: DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE DE LA U.L.A.								
Sistema: FRENOS				Elaborado por: Ing. Sara Yépez V.				
Función	Modo de Falla	Efecto de Falla	Causa	Detención	F	G	D	IPR
Disminuir la velocidad del vehículo hasta detenerlo. Mantener al vehículo encendido parado.	Desgaste de las bandas. Desgaste de los tambores. Desgaste de discos. Desgaste de tacos. Baja presión de la liga de frenos.	Se determinan chillidos en el frenado. Se desplaza el vehículo unos centímetros así se apliquen los frenos. No se detiene el vehículo. Se presentan fugas de liga de frenos.	Fricción. Fatiga. Degradación de los materiales. Grieta o inadecuado acoplamiento en tuberías,	Sonidos. Verificación visual diaria de ausencia de fugas de liga. Evaluar la calidad de insumos y repuestos utilizados. Supervisión periódica de bandas, tambores, tacos y discos.	3	4	3	36

Tabla No. 5.4. MCC del Sistema de Suspensión:

AREA OPERACIONAL: DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE DE LA U.L.A.								
Sistema: SUSPENSIÓN				Elaborado por: Ing. Sara Yépez V.				
Función	Modo de Falla	Efecto de Falla	Causa	Detención	F	G	D	IPR
Evitar que los baches y las irregularidades	Desgaste de los neumáticos. Neumáticos con la	Desliza el vehículo. El vehículo se desvía hacia un lado.	Uso y carga. Factores externos, falta de	Verificación visual diaria de estados de neumáticos.	3	3	4	36

del terreno repercutan en el interior del vehículo. Adherencia con el pavimento.	presión de aire baja y/o alta. Desgaste de los componentes del tren	Vibra el volante. Ruido en el tren delantero. Pérdida de amortiguación: Golpe seco cuando se pasa sobre un bache.	alineación y balanceo en neumáticos. Fatiga de los componentes del tren delantero (principalmente de amortiguadores)	Alineación y balanceo periódico del vehículo. Supervisión periódica de amortiguadores y tren delantero. Evaluar marcas de vehículos (mayor vida útil).				
---	--	---	---	--	--	--	--	--

Tabla No. 5.5. MCC del **Sistema Auxiliar:**

AREA OPERACIONAL: DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE DE LA U.L.A.								
Sistema: AUXILIAR				Elaborado por: Ing. Sara Yépez V.				
Función	Modo de Falla	Efecto de Falla	Causa	Detención	F	G	D	IPR
Proveer al vehículo de funciones complementarias de control, monitoreo, confort y seguridad	Componentes dañados del motor del limpiaparabrisa, alarmas, reproductor y bocina. Espejos, vidrios y parachoques en mal estado.	Espejos rotos y/o flojos. Vidrios rotos y/o desencajados del riel de desplazamiento. Parachoques golpeados y/o flojos. Alarmas disparados o desconectados.	Golpes, desajustes. Uso. Desgaste de piezas y componentes. Cables desconectados o flojos.	Verificación visual diaria. Supervisión periódica de los componentes.	3	1	4	12

		Limpiaparabrisas fuera de servicio y cepillos gastados.						
		Reproductor fuera de servicio.						
		Bocina no genera ruido.						

Tabla No. 5.6. MCC del **Sistema de Chasis-Carrocería**:

AREA OPERACIONAL: DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE DE LA U.L.A.								
Sistema: CHASIS-CARROCERÍA				Elaborado por: Ing. Sara Yépez V.				
Función	Modo de Falla	Efecto de Falla	Causa	Detención	F	G	D	IPR
Servir de soporte y esqueleto de los sistemas operacionales de la unidad de transporte.	Inadecuado acoplamiento de en puertas, capo y maletero. Filtraciones de agua al interior del vehículo. Latonería en mal estado.	Dificultad para abrir y cerrar puertas, capo y maletero. Manillas rotas. Grietas, descamación de pintura e irregularidades en la latonería y chasis.	Factores externos (golpes). Corrosión en bisagras, pasadores. Latonería o chasis corroídos o mal impermeabilizados	Supervisión continua de la unidad.	3	1	4	12

Tabla No. 5.7. MCC del **Sistema Eléctrico**:

AREA OPERACIONAL: DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE DE LA U.L.A.								
Sistema: ELÉCTRICO				Elaborado por: Ing. Sara Yépez V.				
Función	Modo de Falla	Efecto de Falla	Causa	Detención	F	G	D	IPR
Poner en funcionamiento al motor a través del sistema de arranque y a través del encendido suministrar la energía necesaria para mantenerlo activo. Dar electricidad al sistema de luces, cuadro de instrumentos y todos los dispositivos eléctricos y electrónicos del vehículo.	Componentes del arranque dañados.	No enciende el vehículo.	Agotamiento de la vida útil de la Batería o descarga por componentes.	Verificación continua de indicadores de estado de componentes en tablero.	3	2	3	18
	Componentes del alternador dañados.	Problemas en el arranque y encendido de la unidad.	Arranque con problemas en el inducido, quemado carbonos y camisa.	Supervisión periódica de los componentes del sistema.				
	Batería descargada.	Sobrecarga eléctrica.	Alternador con problemas en iodera, o correa del alternador rota o vencida.					
	Cableado carbonizados o sueltos	No encienden las luces.	Cables sueltos o mal conectados. Fusibles dañados. Cortocircuitos. Defecto de switch. Uso.					

Tabla No. 5.8. MCC del Sistema de Lubricación-Refrigeración:

AREA OPERACIONAL: DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE DE LA U.L.A.								
Sistema: LUBRICACIÓN-REFRIGERACIÓN				Elaborado por: Ing. Sara Yépez V.				
Función	Modo de Falla	Efecto de Falla	Causa	Detención	F	G	D	IPR
Proveer y distribuir de aceite y refrigerante a los componentes móviles de la unidad para evitar el desgaste y calentamiento de los mismos.	Filtro de aceite saturado. Desgaste de los sellos de la bomba de aceite. Baja presión de aceite. Radiador dañado. Baja presión de refrigerante.	Recalentamiento. Fuga de aceite.	Desgaste normal de las partes del vehículo. Filtro vencido. Mangueras y conexiones flojas o agrietadas. Electroventilador del radiador quemado. Termostato quemado.	Revisión periódica del nivel y reposición de aceite y cambio de filtro cada 5000 Km. Revisión periódica del nivel de refrigerante. Supervisión periódica de componentes de los sistemas. Pintar las paredes externas de la bomba con anticorrosivo. Análisis de aceite.	2	4	3	24

Tabla No. 5.9. MCC del Sistema de Potencia-Motor:

AREA OPERACIONAL: DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE DE LA U.L.A.								
Sistema: POTENCIA-MOTOR				Elaborado por: Ing. Sara Yépez V.				
Función	Modo de Falla	Efecto de Falla	Causa	Detención	F	G	D	IPR
Transformar el	Falta de compresión	Falta de potencia.	Desgaste de la	Verificación visual	2	4	3	24

combustible en movimiento de los otros sistemas.	en la cámara. Desgaste de cilindros y pistones. Desgaste de los sellos.	Emisión de gases azules al exterior. Emisión de gases negros al interior.	cámara de compresión. Grietas en la cámara de compresión. Fatiga y desgaste por fricción en los cilindros-pistones y otros.	diaria de los gases. Supervisión periódica de los componentes				
--	---	--	---	--	--	--	--	--

Tabla No. 5.10. MCC del Sistema de Transmisión:

AREA OPERACIONAL: DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE DE LA U.L.A.								
Sistema: TRANSMISIÓN					Elaborado por: Ing. Sara Yépez V.			
Función	Modo de Falla	Efecto de Falla	Causa	Detención	F	G	D	IPR
Transmitir la potencia y el movimiento generado por el motor a las ruedas del vehículo	Desgaste de embrague (plato, disco, collarín). Desgaste de engranajes de reversa. Desgaste de crucetas. Desgaste de rodamientos. Desgaste de diferencial.	No cambia de velocidades. No agarra la reversa. No es posible la sujeción en la unidad. Ruidos y vibraciones.	Desgaste, Fatiga, Fricción. Uso y cargas. Corrosión. Guaya del acelerador desprendida.	Verificación de sonidos. Supervisión periódica de los componentes: Análisis de vibraciones.	2	2	3	12

Tabla No. 5.11. MCC del Sistema de Dirección:

AREA OPERACIONAL: DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE DE LA U.L.A.								
Sistema: DIRECCIÓN					Elaborado por: Ing. Sara Yépez V.			
Función	Modo de Falla	Efecto de Falla	Causa	Detención	F	G	D	IPR
Controlar el volante y cambios de dirección o sentido del vehículo	Desgaste de engranajes y varillas.	La unidad no cruza.	Desgaste, Fatiga. Corrosión. Uso.	Supervisión periódica de los componentes.	1	4	3	12

www.bdigital.ula.ve

Tabla No. 5.12. MCC del Sistema de Combustible:

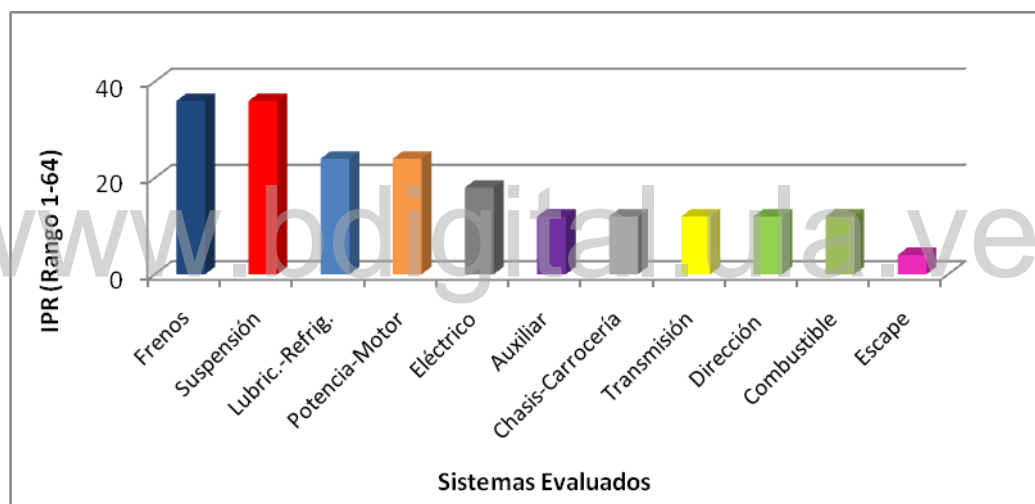
AREA OPERACIONAL: DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE DE LA U.L.A.								
Sistema: COMBUSTIBLE					Elaborado por: Ing. Sara Yépez V.			
Función	Modo de Falla	Efecto de Falla	Causa	Detención	F	G	D	IPR
Alimentar de aire y combustible al motor	Desgaste de los sellos de la bomba de inyección. Carburador sucio o inyectores obstruidos.	No llega gasoil al motor. Sonidos de explosiones en motor.	Vida útil de los componentes. Se consume el combustible. Se repone cuando	Supervisión periódica de los componentes. Evaluar la calidad de los sellos.	1	4	3	12

	Filtro de aire saturado.		no hay más combustible, arrastrándose los sedimentos del fondo del tanque. Corrosión. Fatiga, desgaste de los componentes.	Pintar las paredes externas de la bomba con anticorrosivo.				
--	--------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Tabla No. 5.13. MCC del Sistema de Escape:

AREA OPERACIONAL: DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE DE LA U.L.A.								
Sistema: ESCAPE				Elaborado por: Ing. Sara Yépez V.				
Función	Modo de Falla	Efecto de Falla	Causa	Detención	F	G	D	IPR
Conducir los gases que se generan en la cámara de compresión del motor de forma silenciosa y limpia al medio ambiente	Desgaste del catalizador. Deterioro de los tubos colectores.	Emisiones de CO al medio ambiente Grietas y huecos en los tubos de escape Tubos y catalizador caídos, sueltos.	Se salen los Tornillos y tuercas de la base de acoplamiento. Corrosión.	Verificación visual diaria de la tubería Supervisión periódica de los componentes	1	1	4	4

Se pueden deducir a partir de las tablas resultantes de la aplicación del AMFE, los Índices de Prioridad de Riesgo (IPR) que destacan en el análisis realizado y por ende los sistemas de las unidades de transporte que requieren mayor atención y seguimiento, no solamente por la importancia que revisten dentro de cada unidad sino también, por la frecuencia con que se presentan las fallas de los mismos y la dificultad de detección de éstas para restablecer su operatividad. La **Gráfica No. 5.26.** muestra el Índice de Prioridad de Riesgo de los Sistemas que componen las Unidades de Transporte Colectivo de la ULA durante el período 2007-2008, donde el indicador mayor llega a 36 pts.



Gráfica No. 5.26. Índice de Prioridad de Riesgo de Sistemas de Unidades de Transporte Colectivo de la ULA durante período 2007-2008

Se determina como era de esperarse, que tanto los sistemas de Frenos como de suspensión reporten un IPR de 36, teniendo en cuenta que son los sistemas cuyos componentes presentan fallas repetitivas en las 22 unidades estudiadas y por cuanto, implican consecuencias catastróficas de presentarse tales fallas estando la unidad en funcionamiento. Posteriormente se determinan los sistemas de Lubricación-Refrigeración y de Potencia-Motor con IPR en el orden de 24, teniendo en cuenta que de fallar el sistema de Lubricación y de Refrigeración se fundiría el motor y otras piezas móviles dejando fuera de servicio totalmente la unidad de transporte. Igualmente, el

sistema de Potencia-Motor involucra una serie de partes susceptibles de fallas, que conlleva a la paralización del servicio de transporte. El sistema eléctrico destaca también con un IPR de 18, indicando que se debe prestar atención a los componentes de la misma, en especial a la batería pues el reemplazo y reposición de la misma, representa costos considerables para la organización.

En un plano menor (IPR=12), están los sistemas de Transmisión, Dirección y Combustible que constituyen parte importante para la unidad, estableciéndose así que tales valores deben disminuirse para garantizar la operatividad de los vehículos. Con indicadores IPR de 12 también están los sistemas Auxiliares y el Chasis y la carrocería que si bien, no implican fallas de gravedad si revisten paradas o fuera de servicio para realizar los ajustes y reparaciones requeridas. En última posición está el sistema de Escape con un IPR de 4, por tratarse de un sistema con baja ocurrencia de fallas, poca gravedad y fácil detección.

V.3. PLAN DE MANTENIMIENTO DE UNIDADES DE TRANSPORTE COLECTIVO BASADO EN REGISTROS DE KILOMETRAJES.

En una entrevista sostenida con el Técnico Automotriz Abraham Pérez, de la empresa Escalante Motors la cual se constituye como un ente de referencia para el Departamento y por ende para las actividades que se realizan en el mismo, por proveer en el mercado unidades transporte colectivo y otorgar el servicio de mantenimiento a las anteriores, se establece que los planes de mantenimiento que se diseñan en general para cualquier vehículo de carga liviana o pesada, por supuesto con sus particularidades, debe fijarse en función del kilometraje.

El mantenimiento preventivo de toda unidad de transporte se estipula cada 5.000 Kilómetros, establecido tanto por las casas fabricantes, como por las empresas de insumos y repuestos, como son lubricantes, refrigerantes, sellos, entre otros. A continuación, en la Tabla No. 5.14, se muestra el plan diseñado en función de los sistemas delimitados anteriormente y de los Índices de Prioridad de Riesgo obtenidos:

Tabla No. 5.14. Plan de Mantenimiento Preventivo de las Unidades de Transporte Colectivo del Dpto.de Transporte de la ULA.

Actividades Preventivas según Km x 1000	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Revisión de Niveles de Fluidos (*): Aceite de Motor, Aceite de Caja, Liga de Frenos, Refrigerante, Valvulina, agua del limpia-parabrisas. Revisión de luces en general.																				
Cambio de Filtro de aceite (Sist. Lubricación)																				
Revisión/ajuste de tren delantero (Sist. Dirección).																				
Revisión de filtro de aire y filtro de combustible.																				
Revisión sistema de frenos																				
Revisión de componentes del Sist. de Refrigeración																				
Alineación y Balanceo (Sist. Suspensión)																				
Revisión del Sistema de Escape y Silenciador																				
Limpieza Tanque de Combustible y componentes																				
Revisión de correas de mando y caja velocidades																				
Limpieza de inyectores (Sist. Combustible)																				
Revisión de bujías (Sistema Potencia-Motor)																				
Revisión rodamiento de ruedas (Sist. Suspensión)																				
Inspecciones frecuentes-Chequeo General de la Unidad																				
Revisión Amortiguadores y Ballestas																				
Rotación de cauchos/Sustitución de cauchos																				
Revisión de componentes eléctricos																				
Revisión componentes del sistema de frenos																				
Revisión de Sistemas Auxiliares																				
Revisión de Sistema Chasis-Carrocería																				

(*) La primera revisión de los fluidos debe realizarse a los 1.500 Km, y luego a los 5.000 Km o tres -3- meses de actividad.

(**) Las inspecciones visuales de los componentes de los diferentes sistemas deben realizarse frecuentemente (Siempre).

V.4. CONSIDERACIONES FINALES PARA EL DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO EN LÍNEA.

Previo al desarrollo de la propuesta del Plan de Mantenimiento en Línea, es importante resaltar que con el proceso de investigación realizado, se determinan algunos aspectos que se constituyen como oportunidades de mejora proactiva dentro del Departamento de Transporte, como parte de las consideraciones sistemáticas del contexto operacional, según lo establecido en el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC), que contribuirán al cumplimiento de las funciones de los activos y de las operaciones (Duran, 2008):

1. Se establece que en el área evaluada, las estrategias formuladas a partir del análisis FODA, posibilitan la superación gradual de algunas debilidades de la organización, y contribuyen al uso oportuno, racional y preciso de la restringida flota de vehículos de transporte colectivo, para el otorgamiento del servicio en base a la demanda generada por el sector estudiantil y académico, facilitando el desarrollo de las labores internas y por ende, la prestación de dicho servicio.
2. La evaluación económica formal del Departamento de Transporte, a partir de la auditoría administrativa de las áreas que lo conforman, permitirían la determinación del personal fijo real que se requieren, a manera de disminuir la contratación de servicios externos que encarecen los procesos de mantenimiento y entorpecen el flujo normal de los mismos.
3. La disponibilidad continua de los instrumentos de medición de los parámetros de trabajo de los buses, como es el caso del “Odómetro”, y otros lectores en los tableros de control, contribuyen a la ejecución acertada de las actividades de mantenimiento preventiva y por tanto a la prolongación de la vida útil de dichos vehículos y al otorgamiento del servicio de transporte.
4. La delimitación de los procesos que caracterizan el departamento (de acuerdo a cada sección) así como el levantamiento y disposición de los procedimientos escritos de todas las actividades que definen dichos procesos, orientará la ejecución normalizada de cada movimiento y acción

llevada a cabo y por tanto, de la obtención de resultados estándares esperados.

5. Dentro del departamento de transporte se debe fomentar una cultura organizacional basada en el registro oportuno y detallado de las actividades que se desarrollan en el área, datos que se generan en los procesos del departamento e información relativa al mismo, en los medios escritos o instrumentos diseñados y dispuestos en cada sección, para el control, seguimiento y establecimiento de mejoras dentro de las áreas de trabajo. Es importante recordar que, según las Normas para la gestión de la Calidad ISO 9000, todo procedimiento normalizado exige el registro veraz de los resultados generados por la implementación de éste, pues lo que no se registra se considera como no realizado. Los registros deben constituirse en la base de verificación y respaldo, de lo ejecutado.

6. El Sistema Automatizado del Transporte de la ULA (SATULA), está obligado a ajustarse a los cambios que se suceden dentro del departamento, no solamente por el rediseño de algunas actividades por efecto del entorno y recorte presupuestario; sino también, porque debe establecer como fundamento, la utilización de los datos de forma precisa y adecuada a los requerimientos de información que contribuya al mejoramiento de la gestión del departamento de transporte.

7. Resulta apremiante realizar el análisis del Sistema de Inventario que mejor se ajusta al almacén del Taller mecánico así como de la estimación real de los repuestos, accesorios, insumos, herramientas y equipos de trabajo, necesarios para llevar a cabo las labores de mantenimiento de unidades de vieja y nueva generación que conforman el inventario del parque automotor de la ULA.

8. El Taller Mecánico, debe analizar la capacidad real instalada del mismo así como los procedimientos de verificación de las labores internas y externas que implica, para disminuir los lapsos de entrega de las unidades reportadas en falla.

El Departamento está obligado a plantear en plazos cortos metas reales adaptadas incluso a las nuevas legislaciones que regulan éste tipo de oficios, pues cualquier innovación e implementación resultará utópico de no asumir paradigmas orientados a la consecución de los aspectos antes considerados.

V.5. PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO EN LINEA PARA UNIDADES DE TRANSPORTE BASADO EN EL KILOMETRAJE.

El Departamento de Transporte, esta conformado por dos grandes secciones como son Transporte y Taller Mecánico, que se complementan con la Unidad de Apoyo SATULA, la cual como se ha venido mencionando, soporta y maneja el flujo de información que se genera en el mismo; sin embargo, todos los esfuerzos que se han realizado no han sido suficientes para mejorar efectivamente los procesos y actividades propios del servicio que tiene como función.

Se propone entonces, una estructura de información que facilite el procesamiento oportuno, veraz, confiable y práctico de toda la data para la toma de decisiones adecuadas a las condiciones cambiantes del medio. Con base en el plan de mantenimiento formulado en función de las recomendaciones dadas por expertos y de acuerdo a los Índices de Prioridad de Riesgo, se procede a elaborar el algoritmo de actividades o esquema de trabajo que se estima propiciará la mejora de la Gestión de Mantenimiento del área. Tal esquema, se engloba en una Página Web propia del Departamento e independiente de la Dirección de Servicios Generales, que enlace los requerimientos de unidades y recursos, con las disponibilidades del Departamento y las asignaciones de las mismas. Está página web, se concibe como un sitio interactivo y dinámico que se fundamenta en la tecnología PHP (*Personal Hypertext Pre-processor* o *Personal Home Page Tool*) y que utiliza una base de datos relacional, con manejadores de la misma como son html, css y javascript para la construcción de la interfaz entre los módulos que componen la página y la parte visual de ésta, con un lenguaje

de programación sencillo como es el Mysql. La página web tiene como nombre **“Transporte en Línea”** y tiene las siguientes características:

1. Una portada con un diálogo de entrada breve sobre el portal, que consta de:

A. Un menú de opciones bajo el formato de pestañas que permite el acceso a la páginas y módulos: ¿Quiénes somos?, SATULA, PREVEN-SATULA, Taller y Contáctenos.

B. La opción de registro de solicitud de unidades de transporte, para prácticas de campo o para actividades extra-académicas (deportivas, culturales, congresos, visitas industriales, entre otros), que despliega la planilla digital de solicitud, que contiene los ítems:

- No. de Solicitud, cuya asignación la realiza el programa internamente, de forma correlativa.
- Dependencia Solicitante.
- Responsable.
- Correo electrónico de contacto.
- Motivo de Solicitud.
- Lugar de Destino.
- Referencia: Se solicita un lugar de referencia o sitio próximo al lugar de destino para que un contador interno que forma parte de la base de datos, le asigne un kilometraje a la ruta, que vaya sumando con los correspondientes a cada recorrido realizado hasta completar los siguientes 5.000 Km a los contabilizados en el momento y dar la alarma de ejecución de mantenimiento preventivo. En el anexo No. 9, se muestra el listado de ciudades referencias y su respectivo kilometraje.
- Lugar de Salida.
- Fecha y Hora de Salida.
- Fecha de Retorno.
- Lugar de Llegada.
- Ente de cofinanciamiento.
- Observaciones.

- Icono de “Procesar” que al ejecutar dicha acción genera un diálogo “En un lapso de 48 horas se estará tramitando su solicitud, y se le enviará al correo electrónico de contacto la respuesta correspondiente”. Si la página no se ha llenado adecuadamente, se indica “Datos incompletos, introduzca la información requerida”.
- Icono de “Página Principal” para retornar a la misma.
- Icono de “Imprimir” para que una vez procesada la solicitud, se pueda tener el documento de solicitud.

Cuando la solicitud es procesada por SATULA, se le envía durante el tiempo establecido y al correo electrónico solicitado, la notificación de Aceptación o Rechazo. Esta notificación debe ser impresa por el solicitante para su recolección al momento de realizarse el servicio.

C. [Planos Interactivos](#) de consulta de las Rutas Internas y extra-Urbanas entre las dependencias universitarias. Se dispone de seis (6) iconos de consulta de las rutas (Mixta, FCU, Ejido, Tovar, El Vigía y Tabay), que al solicitar cualquiera de las mismas despliega el recorrido de la ruta, por la ciudad de Mérida y las zonas aledañas,

D. Un segmento de [Noticias](#) actualizadas del Sector Universitario de interés general.

2. [Página ¿Quiénes Somos?](#): Despliega la cultura organizacional del Departamento, destacando, la “Misión”, “Visión”, “Objetivo General” y “Organigrama Funcional”.
3. [Módulo SATULA](#): Opción que mediante el asiento restringido de claves de acceso, permite al personal de la Sección de Apoyo de SATULA, el registro de nuevas unidades, consulta de unidades, registro de tipos de fallas, de personal, de actividades, de repuestos, insumos, herramientas, equipos de detección, unidades siniestradas, unidades remozadas entre otros (este modulo esta disponible desde 1995).
4. [Modulo PREVEN-SATULA](#): Sección que mediante el asiento restringido de claves de acceso, se ha diseñado con un enfoque

sistematizado para registrar, almacenar, actualizar, procesar, comunicar y proyectar la data generada en el Departamento de Mantenimiento. Actividades esenciales éstas, para la toma de decisiones de control y mejoramiento de los procesos del área. Contiene un submenú que se conforma de tres (3) opciones:

A. **Unidades Operativas**: Esta opción registra y proporciona información acerca de la identificación de las unidades de transporte, del tiempo de vida útil desde su adquisición y las labores de mantenimiento realizadas sobre las mismas en el Taller Mecánico del Departamento de Transporte, de acuerdo a los kilometrajes reportados por los operadores asignados. Igualmente, reporta sobre las rutas de transporte establecidas y ejecutadas, el historial y los programas de mantenimiento planificados de cada vehículo.

A.1. **Registro de Unidades**: Se realiza de forma detallada bajo el formato de una ficha técnica, mediante la indicación del No. De la Unidad, Dependencia, Clase, Año, Placa, Kilometraje (valor que se va acumulando y actualizando de acuerdo a los recorridos que la unidad efectúa), y la casilla de Observaciones. Cuando la información es registrada en totalidad el sistema permite aplicar el botón de “Ingresar”, de lo contrario indica “Complete el registro de Datos” o si no es posible el registro completo, se puede regresar al sub-menú “Unidades Operativas”.

A.2. **Consulta de Unidades**: La Consulta de las Unidades Operativas del Departamento de Transporte de la Universidad, se puede realizar mediante la selección de esta opción. Si se requiere la información de alguna unidad en particular, se indica el número del vehículo de interés en el recuadro “Consulta No. Unidad” y se despliega la data, con la particularidad que se presenta un fichero donde no solamente se puede acceder a la información de la unidad sino también al último registro de mantenimiento realizado o al historial de mantenimiento de la unidad. Si se requiere realizar una consulta variada o total de los

vehículos disponibles en el departamento, se pulsa “Consulta Global de Unidades”.

A.3. Registro de Mantenimiento Ejecutado: Las Unidades Operativas son atendidas periódicamente en el Taller Mecánico del Departamento de Transporte de la Universidad, para mantenerlas y asegurar la utilización de las mismas al momento de su requerimiento.

De igual manera, cuando una unidad sufre una falla imprevista, la misma es trasladada y reparada en el Taller o en su defecto, en alguna empresa especializada; por lo que toda la data generada en el proceso se registra tanto en físico como en éste medio digital, señalando el número de la unidad y el kilometraje recorrido Tomando en cuenta que se despliega una lista correspondiente al kilometraje más cercano en múltiplo de 5.000, al registrado en el odómetro del vehículo y que debería coincidir o acercarse al contador interno del programa, teniendo en cuenta que si se ha saltado actividades de mantenimiento en los kilometrajes anteriores aparecen las mismas como “actividades pendientes” . En este listado, el Supervisor del Taller, como principal responsable de tal información, deberá realizar el *check list* de las actividades llevadas a cabo, e indicar en caso de requerirse alguna reparación, sustitución de alguna pieza o adición de algún fluido, la data respectiva al caso, pues se disponen en las casillas de las actividades del botón de “Cambios” para que se despliegue igualmente, las actividades relacionadas con los sistemas relacionados con las mismas. Al final de cada listado, aparece la opción “Otros”, para que en caso de presentarse una falla imprevista antes o durante la revisión periódica correspondiente, se pueda registrar la misma y a partir de allí, se ejecute cada frecuencia establecida para el sistema afectado (Tabla No. 5.14. Plan de Mantenimiento Preventivo de las Unidades de Transporte Colectivo del Dpto.de Transporte de la ULA). En esta página, se detalla la fecha del último mantenimiento ejecutado, el nombre del supervisor o persona responsable del registro y el kilometraje inicialmente indicado.

A.4. Consulta de Actividades de Mantenimiento: La Consulta de las labores de Mantenimiento que se realizan sobre las Unidades Operativas del Departamento de Transporte de la Universidad, se

puede realizar mediante la selección de esta opción. Si se requiere la información del último trabajo efectuado sobre alguna unidad en particular, se indica el número del vehículo de interés en el recuadro “No. De Unidad” y se establece el kilometraje de referencia; entonces se despliega la data. Se ve el mismo fichero observado en la consulta de las unidades, pero se detalla directamente lo correspondiente al trabajo de mantenimiento. Si se requiere realizar una consulta global de todos los trabajos efectuados sobre la unidad de interés, se indica su número y se selecciona “Global de la Unidad”.

A.5. Asignación de Rutas a Unidades: En esta opción el usuario de PREVEN-SATULA, puede registrar la información correspondiente a la asignación de ruta, de alguna unidad particular. La unidad puede ser asignada para realizar una ruta interna específica entre dependencias, estableciendo períodos de asignación y horarios de cumplimiento de la ruta, así como el chofer o choferes asignados y; para ello, pulsa el botón “Ruta Interna”. En esta sección al indicarse la ruta (de las seis - 6- posibilidades establecidas), el contador de kilometraje hace el conteo ida y vuelta, por el número de viajes semanales que realiza. Si alguna unidad se ha asignado para realizar alguna práctica de campo, visita industrial, intercambio interinstitucional, deportivo, cultural u otra actividad extra-académica, el usuario debe pulsar el botón “Ruta Externa”. En esta hoja el usuario, registra el número de solicitud de la unidad y se cargan los datos de la misma, requiriéndose únicamente la asignación del chófer.

A.6. Consulta de asignación de Rutas de Unidades: La consulta de asignación de unidades del Departamento de Transporte, se puede efectuar mediante esta opción. Se realiza la consulta global de todas las asignaciones efectuadas durante un período específico para establecer la disponibilidad real de unidades, tanto Las que están ocupadas como las que están vacantes para nueva asignación.

B. Gestión de Mantenimiento: Opción que mediante acceso con clave restringida interactúa con los demás módulos del Sistema

Transporte en Línea, para monitorear y reportar el desempeño de las actividades de mantenimiento ejecutadas en el área del Taller Mecánico, y las labores establecidas por la sección de Transporte. Así también, se detallan los costos incurridos durante el período de interés en el departamento y las metas proyectadas para el mes evaluado. Este “bloque” permite que el Coordinador del Departamento de Transporte, registre información correspondiente al desempeño de las áreas involucradas, pero lo que respecta a la consulta de la gestión periódica (mensual), si puede ser accesada por los responsables de las secciones de transporte, de taller mecánico, almacén e incluso el Director de Servicios Generales.

B.1. Administración del Mantenimiento: Permite determinar la eficiencia del departamento en cuanto a la conducción y labores ejecutadas en el taller, mostrando el porcentaje de órdenes de trabajo de mantenimiento procesadas en el mes, porcentaje de Actividades de mantenimiento preventivo efectuado al mes y porcentaje de actividades de mantenimiento correctivo efectuado al mes con referencia a las actividades de mantenimiento demandadas, el índice de tercerización y la productividad del personal mecánico al mes (tales valores se obtienen mediante la aplicación de las ecuaciones 3.5 a 3.12 detalladas en el Marco Teórico del presente documento y son alimentados a través de información recopilada de todos los módulos del sistema). Se establecen las metas propuestas para el mes a manera de constatar los valores obtenidos y tomar acciones correctivas en pro de mejorar.

B.2. Costo de Mantenimiento: Opción que muestra la capacidad de administrar los recursos económicos requeridos en las actividades de mantenimiento, mediante la delimitación de los porcentajes de costo de mantenimiento por unidad de producción al mes, del costo de refacciones y materiales con respecto al costo de mantenimiento y de ejecución de partidas presupuesto mensuales. Igualmente se establecen las metas económicas presupuestadas para el mes.

C. **Sistema:** Opción que consta de cuatro (4) alternativas. En cada una, se puede ingresar y retornar al submenú de PREVEN-SATULA:

C.1. **Registro de Usuarios:** Posibilita a los responsables de la sección de Transporte, Taller Mecánico y SATULA, el ingreso de nuevos usuarios o la modificación de los datos de los mismos, solicitando un “login” o nombre de identificación en el sistema, nombre, apellido, e-mail. Clave, confirmación de clave y nivel de usuario.

C.2. **Consulta de Usuarios:** Este bloque le permite a los usuarios de mayor jerarquía o responsabilidad dentro del Departamento (los cuales son detallados en la parte correspondiente a la Data Base del Sistema), consultar la información correspondiente a cualquiera de los integrantes, datos del personal, el nivel de cada uno y realizar la limpieza del listado para actualizarlo cuando algún usuario cambia de nivel, se le indica alguna restricción o se retira cualquiera de los mismos. Esta consulta se puede hacer mediante, la indicación del Nombre, Apellido, No. C.I. y Nivel de Usuario.

C.3. **Actualización de Contraseñas:** Opción que da la posibilidad de cambiar frecuentemente la contraseña para evitar alteraciones y saboteos de terceros.

C.4. **Data Base del Sistema:** Opción donde se establecen las restricciones, cálculos y acciones del programa, la información base y decisiones a tomar según las condiciones de trabajo registradas. El acceso a esta información esta restringida al Coordinador del Departamento, al Jefe de Analistas de SATULA y al Jefe del Taller Mecánico, mediante claves de acceso de nivel superior. Igualmente el Director de Servicios Generales, puede consultar cualquier información, más no registrarla.

5. **Modulo TALLER:** que plantea el registro, consulta y modificaciones de las actividades propias del taller mecánico: Registro, consulta y modificaciones del personal mecánico, de supervisión del taller y del

almacén, horarios de atención al público, horarios de trabajo, registro de entradas y salidas de vehículos, registro de actividades adaptadas a los vehículos atendidos en el taller, manejo de la información del inventario del almacén (entrada, salida y stock mínimos de los artículos allí almacenados) y el almacén que lo abastece.

6. **Página “Contáctenos”**: Ofrece información del Departamento, acerca del Coordinador del Departamento, del Jefe de Sistemas de SATULA, la dirección de ubicación, los teléfonos y el correo electrónico de contacto del mismo.

En el Anexo No. 16, se ofrece el Manual del Usuario de la Página Web diseñada: **TRANSPORTE EN LINEA**, que supone un cambio de actitudes, manejos y estrategias laborales dentro del área, así como la utilización y actualización frecuente de los procedimientos de cada sección, desarrollados por la Dirección de Sistemas de Información Administrativos (DSIA) durante los años 2007-2008.

V.6. PROPUESTA DE POLÍTICAS INTERNAS DEL DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE SEGÚN MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (MCC).

Entre las ***Políticas del Departamento de Transporte***, que se pueden implementar, para hacer efectiva la propuesta de la página web, se destacan:

- Todo trabajo de mantenimiento debe asegurar labores y repuestos de calidad.
- Establecer un tiempo de reparación límite de 48 horas, a partir del recibimiento del vehículo.
- Toda ubicación de repuesto limitado, escaso o de costo relevante que implique tiempos fuera de servicio mayores a los establecidos anteriormente deben ser reportados al usuario a la brevedad, para que se tomen las medidas preventivas pertinentes.
- El cumplimiento de los Planes de Mantenimiento es el deber ser del Taller Mecánico.

- Debe constituirse en una prioridad la atención de las unidades de transporte colectivo, pues las mismas complementan la realización de las actividades académicas de la institución.
- Las asignaciones internas semanales del transporte colectivo, deberán realizarse todos los viernes previos, a partir de las 2:00 p.m., cuando Taller Mecánico reporte la disponibilidad de las unidades, tomando en cuenta que las estipuladas para las rutas externas deberán ser consideradas como “No Disponibles”, así impliquen partidas a mitad de semana.
- Al inicio de cada semana, el Supervisor del Taller Mecánico junto con los operarios o chóferes de las unidades de transporte colectivo, deben realizar inspecciones oculares de los diferentes sistemas que componen las unidades de transporte colectivo.
- Todo trabajo realizado debe ser entregado y verificado junto al Supervisor del Taller Mecánico y al Operario o Chófer del vehículo.
- Al iniciar las labores de mantenimiento, el personal del Taller Mecánico debe registrar el kilometraje indicado en el Tablero de la unidad, por lo que se supone que este elemento de control debe estar siempre en condiciones operativas.
- Toda actividad que se ejecuta en el Departamento de Transporte debe registrarse en los respectivos formatos de información, pues lo que no se registra se entiende como que nunca ocurrió.
- Los cubículos del área del Taller deben permanecer en adecuado estado de limpieza y orden, desprovisto de manchas de grasa y aceite.
- El Trabajo en Equipo debe prevalecer en las diferentes secciones del Departamento de Transporte.
- El lema: “**Toda Unidad de transporte colectivo es patrimonio de la comunidad universitaria ulandina**”, debe formar parte del “constructo” colectivo de todos, por tanto debe ser visualizada en las instalaciones del departamento, en los vehículos, paradas obligatorias y otros; de forma que se genere la cultura de cuidado y resguardo de las mismas.

CONCLUSIONES.

www.bdigital.ula.ve

Hoy en día, la gestión del mantenimiento supone no sólo una parte importante del presupuesto de las empresas, compañías e instituciones, sino que además se hace fundamental, para conseguir la eficiencia de los equipos así como sistemas, unidades de transporte y otros que forman parte del proceso productivo. Igualmente, la creciente competitividad producto de economías menguadas y deprimidas, hace que las organizaciones, y más aun las del sector público, deban plantearse procesos flexibles y respuestas cortoplacistas, que suponen la disposición obligada de todos los recursos en estado operativo, teniendo en cuenta la poca probabilidad de reposición y sustitución de los mismos.

A partir de lo antes mencionado, se desarrolla el proyecto de elaboración del Plan de Mantenimiento Integral en Línea del Departamento de Transporte de la Universidad de Los Andes, basado en la aplicación de la filosofía de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad y el Análisis de Modos y Efectos de Fallas sobre los 22 autobuses disponibles. La investigación realizada sobre el transporte colectivo de la comunidad estudiantil ulandina, como estrategia organizacional da respuesta a una buena parte de situaciones adversas detectadas a través de las herramientas administrativas FODA así como algunas de las Normas COVENIN relacionadas con el tema de mantenimiento; y se constituye en la herramienta sistemática de trabajo que sirve de guía para la toma de decisiones oportunas y practicas sobre el manejo y aprovechamiento de los recursos económicos y logísticos del área.

La creación de la pagina web “Transporte en Línea”, con base en un programa computacional orientado hacia el ordenamiento y registro continuo de la información, posibilita el reporte de la gestión de las diferentes actividades de mantenimiento que se realizan mensualmente en el taller, permitiendo la revisión continua de las metas institucionales y departamentales; así como también, de las asignaciones individuales de cada unidad para ejecutar rutas externas e internas, las cuales son registradas mediante un contador de kilometraje interno según referencias de distancias estimadas entre dependencias universitarias y entre las ciudades

de mayor incidencia a nivel nacional. Igualmente, se establece mediante la tecnología computacional utilizada php, alimentar al modulo automatizado de SATULA, en este momento operativo en el departamento, para disponer de información real detallada, que facilite la contabilización de las labores de mantenimiento, tanto correctivas como preventivas de los vehículos adscritos a la universidad.

En la página web diseñada, se puede solicitar una o tantas unidades como sean necesarias desde cualquier dependencia y de forma virtual, para realizar practicas de campo, participar en congresos académicos, intercambios deportivos, culturales o de extensión, en fechas especificas, tal como lo contempla la universidad, así como la consulta segura del estatus de dicha solicitud, durante las siguientes 48 horas, por cuanto el sistema proporciona la información de ocupación y disponibilidad de vehículos para periodos posteriores. A partir de tales ventajas competitivas, se logran identificar periodos libres de las unidades para realizar los trabajos de mantenimiento preventivos pendientes para alargar la operatividad y por ende, la vida útil de dichas unidades. A través del programa se evitan entonces, solicitudes en colas sin procesar, se entera la parte directiva cuando le corresponden labores de mantenimiento a las unidades y se lleva un control mas estricto de las rutas ejecutadas según kilometrajes registrados comparados con los asignados.

El Departamento de Transporte debe volcarse a la solución de sus debilidades para constituirse en una dependencia modelo de eficiencia y eficacia. Claro esta, que mientras no se asuman cambios en la cultura empresarial del mismo, los cuales se proponen bajo la forma de políticas internas, cualquier propuesta será inútil; pues se condiciona el uso del programa creado, al manejo de una data inexacta para el análisis de fallas y la determinación de la disponibilidad de las unidades, si no se insiste en el uso frecuente de formatos de registro de datos que se generan en los procesos del área y en la supervisión de uso de tales.

Finalmente, cabe destacar que el Plan de Mantenimiento en Línea desarrollado, esta fundamentado en la tecnología de software libre PHP, el cual es un lenguaje multiplataforma para páginas web, que puede ser desplegado en la mayoría de los servidores web y en casi todos los sistemas operativos y plataformas sin costo alguno, que se incrusta fácilmente dentro de códigos HTLM, y, que esta conectado con un sistema de gestión de base de datos relacional, multihilo y multiusuario denominada MySQL, de manera que puede interactuar con otros módulos ya existentes, como es el caso de SATULA. La página web “Transporte en Línea” le permite al usuario interno y externo, la búsqueda y manejo de información de forma práctica y sencilla mediante la estructura de submenú bajo la forma pestañas y opciones desplegadas que lo ubican rápidamente.

www.bdigital.ula.ve

RECOMENDACIONES. www.bdigital.ula.ve

Al finalizar este documento, surgen una serie de recomendaciones que complementan las propuestas plasmadas:

1. Unificar los criterios de adquisición de colectivos y vehículos de la flota de transporte, en cuanto a marcas y modelos, para minimizar los problemas de mantenimiento y de conformación del área de almacén.
2. Generar ante la Dirección de los Servicios Generales y la Dirección de Personal de la U.L.A., un Plan factible de Incorporación Gradual de Personal para el Departamento de Transporte: Mecánicos (al menos 10 más entre expertos y ayudantes), Chóferes de unidades de transporte colectivo (al menos uno por cada unidad) y Analistas de Sistemas (como máximo tres), que sean debidamente evaluados bajo perfiles de puestos de trabajo previamente diseñados.
3. Establecer un Plan de Dotación Gradual de Herramientas y Equipos de detección, actualizados y adecuados a las características de los vehículos tanto de nueva generación como de otras clases y géneros que conforman el Inventario de Unidades de Transporte de la ULA.
4. Efectuar un Estudio Técnico-económico de Incorporación de Técnicas de Mantenimiento Predictivo, que incluyan métodos de análisis de aceite y de vibraciones, así como de los equipos portátiles de detección disponibles en el mercado para motores compactos de tecnología reciente, que permita realizar el análisis del comportamiento de las unidades de transporte colectivo y demás vehículos, sin la necesidad de desincorporarlos de las labores diarias de trabajo y evitar la parada imprevista de los mismos.
5. Exigir a la Dirección de Personal, la realización periódica de Cursos de Motivación personal, Cuidado de los bienes y activos de la entidad y otros de tipo conductual, tanto mecánicos como a chóferes del Departamento de Transporte, para internalizar el sentimiento de pertenencia institucional.
6. Generar una campaña de vigilancia y resguardo de los vehículos, de conciencia pública, donde sean los conductores de los buses, sean los

responsables de los primeros esfuerzos de mantenimiento básico; procurando que siempre sean los mismos para una misma unidad.

7. Implementar los procedimientos desarrollados en el DSIA, para propiciar la unificación de criterios y la formulación de estándares de trabajo.
8. Exigir a la Dirección de Personal, el cumplimiento al menos en un 50% de los Programas Anuales de Capacitación y Actualización, formulados para el departamento.
9. **Implementar la Página Web propuesta** en el presente documento, que considera la realización de labores de mantenimiento preventivo, donde prevalecen las tareas de reacondicionamiento, las de sustitución cíclica, la de búsqueda de fallas ocultas y las programadas con base en la condición y se persigue la minimización de mantenimientos correctivos y por ende fuera de servicio, así como los tiempos de respuesta del departamento.
10. Internalizar las políticas del departamento propuestas, de manera que se genere a través de las mismas, ambientes de trabajo de calidad, orientados a la búsqueda de la eficiencia.
11. Desarrollar proyectos de evaluación de la distribución de la planta, de manera que se reorganice el espacio y se utilicen de forma óptima los espacios disponibles en el Taller Mecánico y el estacionamiento del Departamento.
12. Generar un Plan de Higiene y Seguridad Industrial para todo el Departamento, que contemplen la detección de los tipos de riesgos presentes en el área, las acciones correctivas, la dotación mínima necesaria y la formulación del material escrito que entre otras cosas registre la conformación de la Comisión de H&SI y las Brigadas de Primeros auxilios, así como de rescate y acción en caso de una situación o accidente. Se pueden tomar como referencias las Normas COVENIN utilizadas en el diagnostico del departamento.

13. Estipular con el Departamento de Bienes y Servicios de la Universidad de Los Andes, mediante procesos conciliatorios, los mecanismos de retiro efectivo de los repuestos desincorporados de los vehículos, que se están acumulando como chatarra en el almacén del Taller Mecánico de la ULA y que ocupan un espacio vital para la reubicación idónea de la estantería y activos.

www.bdigital.ula.ve

www.bdigital.ula.ve

BIBLIOGRAFIA.

Abreu, Lilian; Figueroa, Simón. “Plan de mantenimiento preventivo de la Facultad de ingeniería de la Universidad de Los Andes”. 1998. Pág. 85-88.

Alcalá, Adolfo. Introducción al Mantenimiento. 1998. Pág. 19.

Aristizabal, Maria. Guía para la Elaboración del plan de mantenimiento y mejoramiento. Universidad de Antioquia. 2005.

Candela, Pedro; Bracamonte, P; Marín , Omar. Sistema Automatizado para el Transporte de la Universidad de Los Andes. 1994.

Consultaría Integral. Curso: Calidad del Servicio de Mantenimiento. 2003. Pág. 33.

Duffua S. Planeación y sistemas de control de mantenimiento, 2004. Pág. 26.

Figueroa, Simón. Mantenimiento de Motores Diesel. 1997. Pág. 3.

Macián, V., Tormos B. Revista Mantenimiento No. 177. Pág. 35-41.

Huerta, Rosendo. El análisis de criticidad, una metodología para mejorar la Confiabilidad Operacional. Venezuela. 2001.

Martínez, José Luis. Revista Mantenimiento No. 168. Pág 28-32.

Macián, V., Tormos B. Revista Mantenimiento No. 177. Pág. 13-20.

Macián, V., Tormos B. Revista Mantenimiento No. 121. Pág. 41-46.

Macián, V., Tormos B. Revista Mantenimiento No. 162. Pág. 5-16.

Manual de normas y procedimientos de la Dirección de Servicios Generales. Pág. 5-10.

Memoria y Cuenta Año 2007 de la Universidad de Los Andes. Tomo I. Págs. 16, 19.

Nava, José D. Teoría de Mantenimiento. Fiabilidad. 1992. Pág. 10-19.

Norma Venezolana COVENIN 3049-93. Mantenimiento. Definiciones. Pág. 1, 4.

PARRA, Carlos. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC). Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela.2002.

PATIÑO, Angie; Puente, Jesús, Guedez, Victor. Plan de Mantenimiento de los carros de las cabinas del Sistema del Teleférico del Estado Mérida. Mérida-Venezuela. 2008.

PRANDO, Raúl. Manual de Gestión de Mantenimiento a la Medida. Editorial Piedra Santa. Guatemala. 1996. 1ra. Edición. Pp.33-48.

RUEDA G. Gustavo, Control de Costos de Mantenimiento. 1992. Pág. 45-53.

ROSALES, R. Manual de Mantenimiento Industrial. 2002. Pág. 56.

SISSO, Nicolás; Guedez, Victor. Análisis de Modos y Efectos de Fallas (AMEF) de los Equipos Críticos de la Línea Principal de la Unidad de Craqueo Catalítico fluidizado (FCC) de la Refinería El Palito. Mérida-Venezuela. 2006.

THERMIE. Planned Preventive Maintenance for Improved Performance in Public Transport. Commission of the European Communities Directorate-General for energy. Institut Valencià de l'Energia. Pág. 6-10.

ZAMBRANO, S. Fundamentos Básicos de Mantenimiento. 2005. Pág. 27-50.

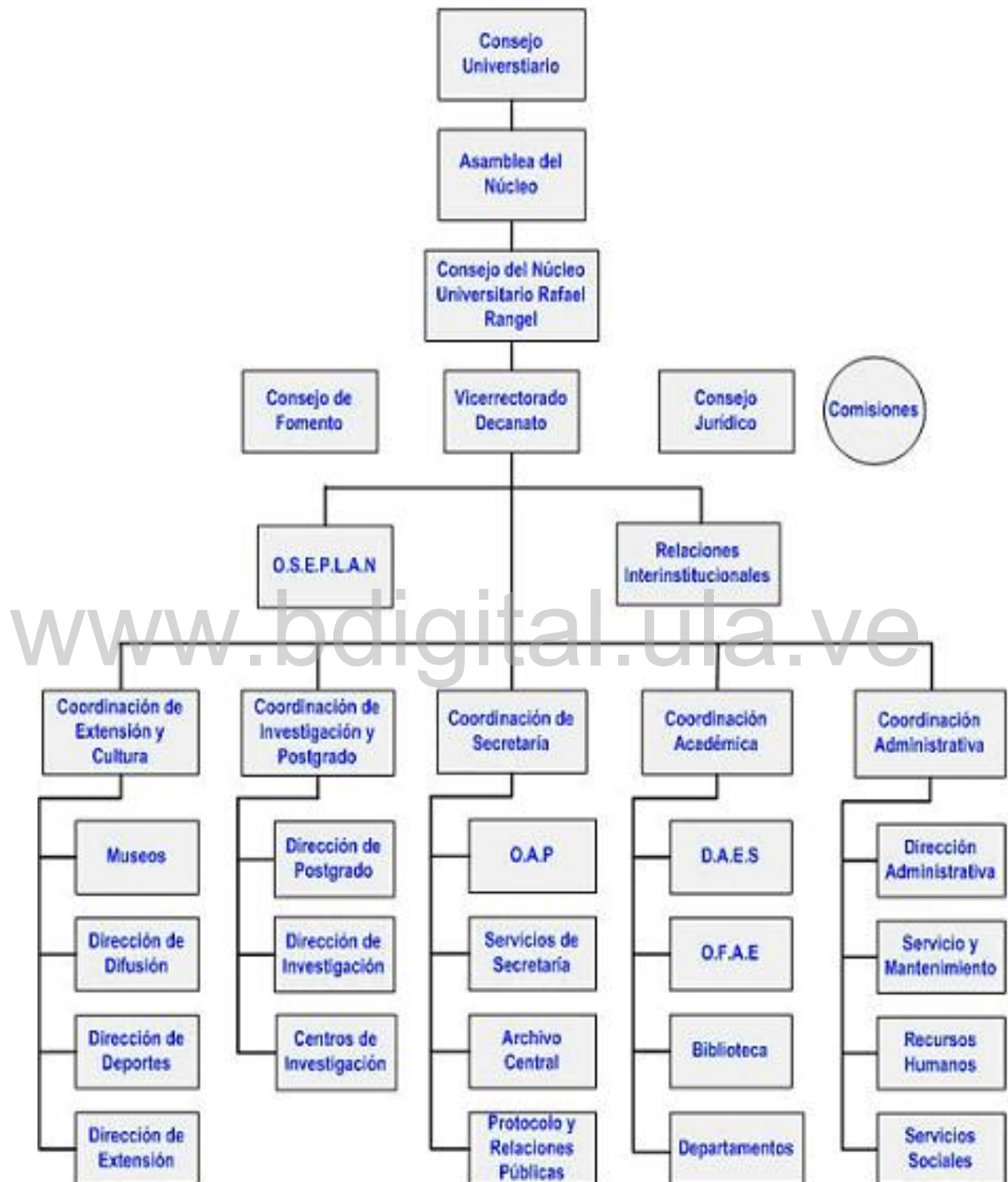
SITIOS WEB:

- www.mantenimientomundial.com. Mantenimiento.
- www.universidaddealicante.com. Transporte Universitario.
- http://www.docencia.udea.edu.co/vicedoce/calidad/Guia_plan_de_mejoras.doc.
- www.wikipedia.com. Transporte.
- <http://www.viceadministrativo.ula.ve>. Prometen resolver la inseguridad en el transporte universitario. Enero 2008.
- www.ula.ve. Entra a la ULA: Guía del Estudiante de Ciencias. Pág. 52.
- www.ula.ve. Dirección de Servicios Generales.
- www.gmao.es. ¿Qué es un GMAO?.
- http://www.cides.cl/mar08/0308_Duran_RCM_foll_c.pdf. Mantenimiento Centrado en confiabilidad Plus (RCM+). MSc. José Duran.

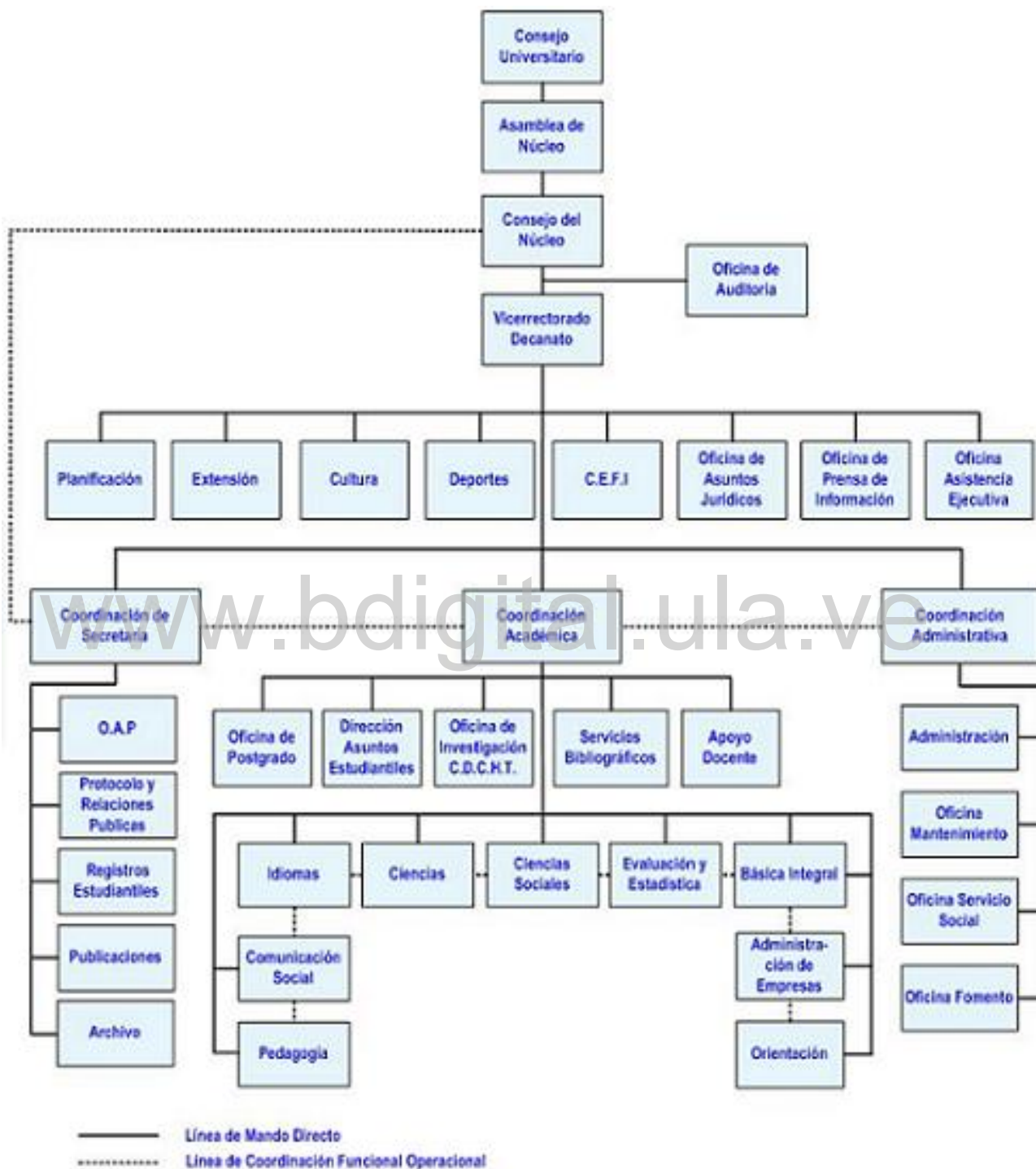
www.bdigital.ula.ve

-

ANEXOS www.bdigital.ula.ve



Anexo No. 1. Organigrama del Núcleo Universitario Rafael Rangel - Trujillo



Anexo No. 2. Organigrama del Núcleo Universitario
Dr. Pedro Rincón Gutierrez - Táchira

Anexo no. 3. Instrumento para levantamiento de información de las áreas del Departamento de Transporte

Nombre y Apellido: _____	Fecha: _____
____/____/____	
Sección _____	de _____
Trabajo: _____	Cargo: _____

I. Condiciones actuales de trabajo.

1. Indique las responsabilidades correspondientes al cargo que ocupa.

www.bdigital.ula.ve

2. ¿Cómo se distribuye el trabajo y se asignan las actividades de mantenimiento dentro de _____ la _____ sección _____ de _____ trabajo?

3. ¿Realizan actividades de planificación del mantenimiento realizado sobre unidades de la flota de la ULA, destinadas para la realización de actividades extra urbanas?

Si _____ ¿Por _____ qué _____ lo considera? _____

No _____

¿Por qué lo considera? _____

4. ¿Cuál es la respuesta del personal técnico al requerir actividades de mantenimiento?

5. ¿Se elaboran planes de mantenimiento anual o periódico del mantenimiento de las unidades destinadas para la realización de actividades extra académicas?

6. ¿Tiene Ud. acceso a las actividades de monitoreo e inspección de las unidades de manera que permita realizar o verificar diagnósticos? Si ____ No ____

Si la respuesta es afirmativa ¿De las unidades y/o de los procesos?

7. ¿Se mantiene Ud. y el personal de la sección de trabajo, a la vanguardia de nuevas prácticas de mantenimiento? Si ____ No ____

8. ¿Se llevan reportes y registros detallados de las actividades de mantenimiento que se efectúan sobre las unidades de transporte? Si ____ No ____

¿Se llevan estadísticas de incidencia de órdenes de trabajo y de fallas? Si ____ No ____

9. ¿Qué sistemas soportan las actividades de inventario, registro de datos, de actividades, personal técnico, flujo de información y data, registro de proveedores, compras, entre otros? _____

10. ¿Qué disponibilidad de despacho y servicios ofrecen los proveedores que mantienen relación con el Departamento de Transporte?

11. ¿Las actividades de mantenimiento de las unidades dependen de las decisiones de niveles superiores? Si ____ No ____.

Explique: _____

12. ¿Manejan filosofías de mantenimiento? Si ____ No ____.

Explique: _____

13. ¿Es el mantenimiento correctivo su mejor recurso para garantizar la operatividad y disponibilidad de las unidades de transporte utilizadas para actividades extra académicas?

Si ____ No _____. ¿Por qué? _____

www.bdigital.ula.ve

14. ¿Se mantiene contacto directo con el personal que opera las unidades de transporte, para tener mayor conocimiento sobre el estado operativo de las mismas?

Si ____ No ____

15. ¿Se realizan actividades de mantenimiento sobre las unidades de transporte con propósitos de garantizar el funcionamiento de las mismas? Si ____ No ____; o ¿Se realizan con fines de optimización: Costos, tiempo, disponibilidad, vida útil? Si ____

No _____. Explique: _____

16. ¿El **análisis causa raíz** es una estrategia de mantenimiento en el Dpto. de Transporte?

Si ____ No _____. Explique: _____

17. ¿Cuentan con equipos y herramientas de trabajo de tecnología de punta? Si ____

No ____

Si la respuesta es afirmativa, indique ¿Cuales? _____

II. **Requerimientos.**

1. ¿Cómo considera Ud. podrían ser mejoradas las actividades de diagnóstico? _____

2. ¿Cómo considera Ud. podrían ser mejoradas las actividades de mantenimiento de las _____ unidades _____ de transporte? _____

3. ¿Se requiere la incorporación de un sistema para el análisis de datos con fines de aplicación de estrategias de mantenimiento (Estadísticas, cálculo de índices)? Si _____ No _____ Explique: _____

4. Cuales considera Ud. pueden ser las oportunidades de mejora en el Departamento de Transporte:

Tecnológica? _____

Organizacional? _____

Metodológica? _____

5. ¿Considera que el registro de la condición operativa de las unidades debe ser automatizada? Si _____ No _____.

¿Por qué? _____

6. ¿Cómo a su criterio se pueden optimizar los tiempos de respuesta del mantenimiento de las unidades de transporte? _____

7. ¿Considera que deben realizarse actividades de actualización y capacitación del personal del Departamento de Transporte? Si ____ No _____. De ser afirmativa cuales actividades, cursos, y otros, solicitaría:

Para el Departamento? _____

Para la sección de trabajo donde labora? _____

Para Ud.? _____

¡Su aporte es importante, Gracias por su colaboración!

www.bdigital.ula.ve



www.bdigital.ula.ve

MANUAL DEL USUARIO.

PLAN DE MANTENIMIENTO EN LÍNEA BASADO EN EL MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA EL PARQUE AUTOMOTOR DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES.

C.C. RECONOCIMIENTO -
NO COMERCIAL- COMPARTIR IGUAL

INDICE.

	PÁG.
INTRODUCCIÓN.....	3
PÁGINA PRINCIPAL	3
SOLICITUD Y CONSULTA EXTERNA DE UNIDADES DE TRANSPORTE PARA ACTIVIDADES ACADÉMICAS Y EXTRA-ACADÉMICAS	5
¿QUIÉNES SOMOS?	7
SATULA	8
PREVEN-SATULA	8
TALLER MECÁNICO	17
CONTÁCTENOS	18

INTRODUCCIÓN.

EL Departamento de Transporte de la Universidad de Los Andes, dispone para toda la comunidad universitaria, la página web: *Transporte en Línea*, la cual puede ser accesada a través de la dirección: <http://deneb.alejandria.biz/ulatrans/>

Este documento adaptado a la web, ha sido configurado bajo el formato de una página dinámica, cuyo contenido puede ser generado por visualización o al ser solicitada con una dirección, teniendo en cuenta que se ha diseñado con el lenguaje de programación interpretado, **php** (*Hypertext Pre-processor*), de tecnología software libre, que tiene un sistema operativo de tipo multiplataforma que permite hacer hiperenlaces a un costo mínimo con cualquier software y hardware, utilizando la técnica de programación orientada a objetos, y conectado al sistema de gestión de base de datos MySQL, de tipo relacional, multiusuario y multihilo, dispuesto en miles de manejadores de datos. Este software fue seleccionado para que su gran capacidad de expansión bajo la forma de módulos, pudiera acoplarse de forma sencilla y práctica a la base de datos SATULA existente en el departamento; y para que en el futuro, se pueda ampliar la data mediante la incorporación de nuevos objetos y acciones requeridas por los mismos.

La página de internet planteada se concibe como una herramienta de apoyo para el departamento, en pro de mejorar el servicio de transporte de la universidad, facilitándole al usuario ulandino, realizar la solicitud de unidades de transporte, por vía internet, así como la consulta de dicha solicitud, para evitar trámites administrativos innecesarios que generan colas y aprovechar el tiempo de forma efectiva. Así también, la organización de transporte, podrá llevar un control más preciso de la información que se genera día a día en esta división de trabajo, y realizar operaciones relacionadas directamente con los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo propios del área.

PÁGINA PRINCIPAL.

Al ingresar en la página web *Transporte en línea*, el programa interactúa con el usuario, mediante una presentación que le ofrece varias opciones dependiendo del nivel de acceso de información que éste tenga, es decir, que para el personal regural del departamento de transporte de acuerdo al nivel de responsabilidad de este dentro de la organización. Tal como se observa en la Figura No. 1, la página principal posibilita a cualquier representante de las dependencias de la universidad, realizar la Solicitud de Unidades de Transporte y la Consulta del estatus de la misma en la sección "Servicio Externo de Transporte". Además, permite conocer las diferentes rutas del servicio interno de transporte mediante la disposición de mapas de la ciudad y los recorridos que dichas rutas implican. Aparte, ofrece un sub-menú de alternativas bajo el formato de pestañas, que van desde la opción "**¿Quiénes somos?**", "**SATULA**", "**Preven-SATULA**", "**Taller**" hasta "**Contáctenos**", a los que se pueden acceder simplemente pulsando sobre las mismas.

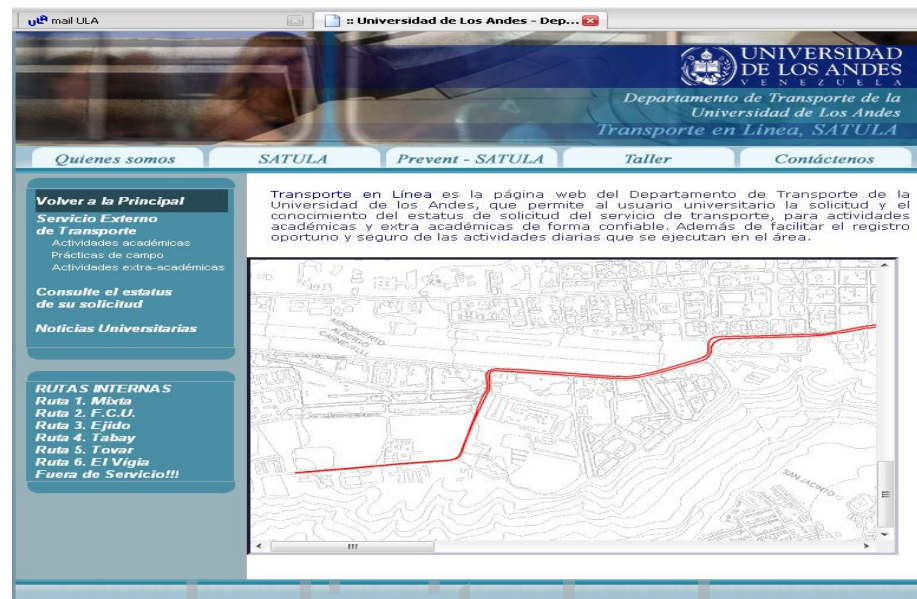


Fig. No. 1. Página Principal de la web Transporte en Línea.

En las imágenes de la figura No. 2, se observan los mapas que muestran las otras 5 rutas internas de transporte definidas, los cuales permiten mediante barras guías moverse por el mapa de la ciudad de Mérida y seguir las rutas de circulación correspondientes.

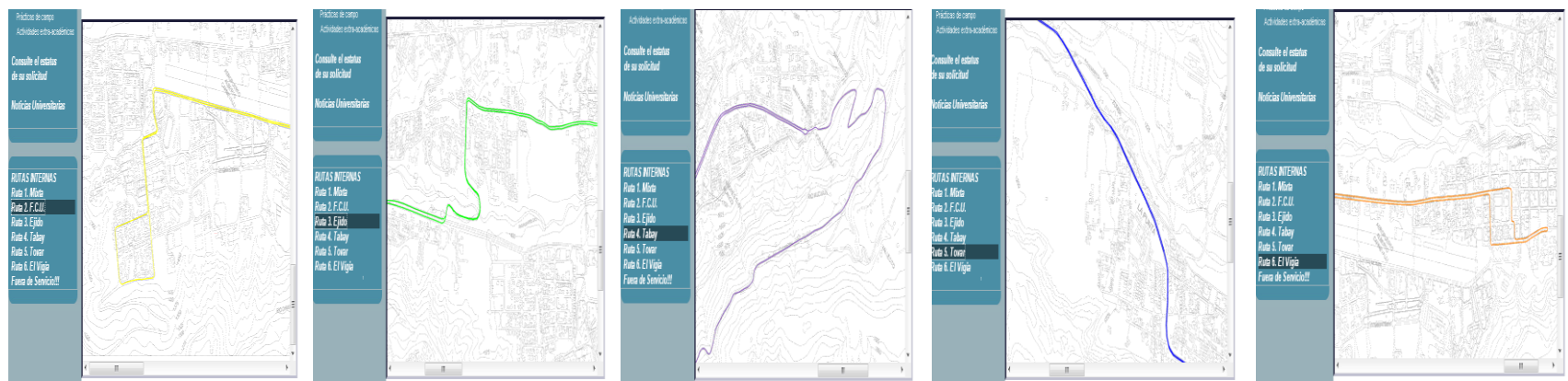


Fig. No. 2. Rutas Internas de Transporte.

SOLICITUD DE UNIDADES DE TRANSPORTE PARA ACTIVIDADES ACADÉMICAS Y EXTRA-ACADÉMICAS Y CONSULTA EXTERNA DEL ESTATUS DE LA SOLICITUD.

La solicitud de unidades de transporte colectivo y otros para actividades académicas como prácticas de campo, visitas industriales y otras; así como actividades extra-académicas (congresos, intercambios deportivos y culturales) y traslado de cargas, **debe formularse con 15 días de anticipación**, optando en la página principal de la web, donde aparece "Servicio Externo de Transporte" y pulsando las actividades mencionadas, para desplegar la planilla, que contiene las casillas siguientes (Fig. 2 y 3):

Tipo de Solicitud: Se debe seleccionar el motivo de la solicitud; si atiende a una práctica de campo, congreso u otro.

Fecha de solicitud: El sistema toma por defecto la fecha actual sin embargo se puede indicar una en el calendario, posterior a la actual por conveniencia.

Facultad: Se indica el nombre de la facultad que requiere el servicio, si no corresponde a una facultad se coloca "No Aplica" o se hace referencia a esto.

Dependencia: El ente universitario solicitante, en el caso de una facultad, se indicará la escuela respectiva.

Departamento: Área de trabajo específica que requiere la unidad de transporte.

Sitio, Hora y Fecha de Partida: Casillas donde se deben registrar, tanto el lugar, hora y fecha desde donde sale el vehículo.

Para viajar a (Destino): Se indica el lugar exacto hacia donde se dirige la unidad de transporte (evento).

Hora y fecha de retorno: Se debe establecer la hora tentativa de llegada al estacionamiento del Dpto. de Transporte, fijado como lugar de retorno así como la fecha exacta de regreso.

Tipo de Vehículo: Se despliegan opciones del tipo de vehículo: Bus grande, camión cava, otro.

Cantidad de personas a transportar: Se registra el número de personas a trasladar, si corresponde a una carga se indicaran los objetos y cantidad de éstos a transportar.

Responsable del Departamento: Se indica el nombre del Jefe de departamento que avala la solicitud.

Fig. No. 2. Planilla de Solicitud de Transporte

Correo electrónico del responsable: Se debe registrar el **correo electrónico asignado por REDULA** al responsable de la solicitud, de no corresponder como usuario de la universidad, no se valida la solicitud.

Total de viáticos asignados: Este monto le indica a los analistas de SATULA, la cantidad en Bs. Asignados y si se ha contemplado los viáticos del chofer de la unidad.

Ente de Co-financiamiento: Orienta al personal de Transporte sobre cual es la entidad que otorga los viáticos del chofer.

Monto financiado: Se registra este dato para determinar si las asignaciones fueron completas.

Motivo del Viaje: Se indica el nombre del evento en el que participa la universidad, o el de la práctica de campo o las características de la carga a trasladar y el lugar exacto donde se traslada la misma.

Fig. No. 3. Continuación Planilla de Solicitud de Transporte

Al culminar el registro de los datos de la solicitud, se debe pulsar el botón **"Ingresar"** para que la solicitud sea procesada, formulando el mensaje: Estimado usuario, su solicitud ha sido registrada exitosamente bajo el No. X. Puede consultar el estado de su solicitud en cualquier momento desde el menú de opciones en "Servicio Externo de Transporte" y luego según su solicitud en la opción "Estatus de solicitud". **La solicitud será procesada en 48 horas.** Si no hay respuesta en ese lapso debe repetir la solicitud. Una vez confirmada imprima la misma para consignarla al chofer de la unidad que ejecuta el servicio.

En el caso de que se obvie algún registro en la planilla, aparecerá el mensaje "El campo X no puede estar vacío" y que el mismo es obligatorio. Igualmente si la solicitud no se realiza con 15 días de anticipación el ingreso de la misma no será válido y surgirá el mensaje "La solicitud de la Unidad de Transporte debe realizarse con 15 días de antelación", que no permitirá su procesamiento hasta rectificar la fecha respectiva.

Por su parte, la consulta del estatus de la solicitud de la unidad, se realiza pulsando la opción que así lo indica en la pantalla principal, solicitando de forma inmediata el número correspondiente a la solicitud de interés (Fig. No. 4.) y se despliega la solicitud indicando a detalle los datos registrados y en la segunda casilla del reporte el estatus de la solicitud, ver Figura No. 5. Una vez que se confirma que la solicitud ha sido aprobada, dicha planilla, debe ser tipeada, pulsándose el botón "Imprimir", para consignarla ante el chofer de la

Fig. No. 4. Consulta de la Solicitud de Transporte

unidad al momento de la partida. En caso de alguna modificación de la solicitud o anulación de la misma por cambios de última hora, se deberá establecer contacto con el departamento de transporte, por lo que se recomienda pulsar la pestaña dispuesta en la página principal de este sitio web “Contáctenos” para enviar el correo que indique los cambios correspondientes.

¿QUIÉNES SOMOS?.

Esta sección le permite ver al usuario, los valores de la cultura organizacional del Departamento de Transporte, estableciendo la misión, visión, objetivo general así como la estructura funcional del mismo, donde se delimitan las diferentes divisiones y áreas operativas que derivan los procesos de generación de servicios, como son (Fig. No. 6):

- **Sección de Transporte**, donde se enmarcan la estación de combustible, la Asignación de Rutas Estudiantiles y Traslados así como el área de Lavado y Engrase.
- **Taller Mecánico**, al que están adscritos, el área de Mecánica Gasoil, Mecánica Gasolina, Electromecánica y Herrería, Latonería y Pintura.
- El **Almacén** es coordinado por el personal de SATULA pero adscrito al Taller Mecánico.

Igualmente, se detallan las unidades de apoyo administrativo, como son el Sistema Automatizado de Transporte (SATULA) y el área de Administración. Actualmente la estructura está en proceso de evaluación y revisión de su efectividad para someterla a un replanteamiento. Los valores de calidad, atención oportuna al cliente y compromiso se constituyen en la premisa y punta de lanza de este departamento de allí que la planificación, programación y control de la gestión conforma para su fuerza laboral una de las metas institucionales a lograr de forma continua.

as

Planilla de Solicitud de Unidades para actividades Académicas y Extra-Académicas		
No. de Solicitud	38	
Estatus de la Solicitud	Solicitada	
Tipo de solicitud:	Otros	
Fecha de solicitud:	2009-06-16	
Facultad:	Medicina	
Dependencia:	Medicina	
Departamento:	Toxicología	
Sitio de Partida:	Facultad de Medicina	
Hora de Partida:	8:00 am	
Fecha de Salida:	2009-06-30	
Para viajar a: (Destino)	Barinas	
Lugar de Retorno	La unidad debe ser entregada en el estacionamiento del Departamento de Transporte de la ULA	
Hora de Retorno	6:00 pm	
Fecha de Retorno	2009-07-03	
Tipo de vehículo requerido	Camión Cava	
Cantidad de personas a transportar	1	
Responsable del departamento	Dr. Nelson Vicuña	
Correo electrónico del responsable	vicuna@ula.ve	
Total viáticos asignados	250,00	

Fig. No. 5. Planilla de solicitud indicando estatus de solicitud.



Fig. No. 6. Valores organizacionales del Dpto. de Transporte.

¿SATULA?

El Modulo SATULA tiene en funcionamiento más de 15 años, dando apoyo administrativo y logístico al Departamento de Transporte, y a través de la página web *Transporte en línea*, el personal autorizado mediante claves de acceso debidamente registradas (Figura No. 7), puede ingresar al mismo, para hacer el registro fiscal de las unidades de nuevo ingreso al inventario de transporte de la Universidad de Los Andes, así como el registro somero de las fallas que reportan los mecánicos del en el Taller, de los repuestos e insumos que se utilizan en las diferentes actividades de mantenimiento correctivo y preventivo en menor grado. Se detalla en este modulo, los gastos incurridos por tercerización, para facilitar al área administrativa la contabilización de los gastos en los que se incurren dentro del departamento.

Nota: Actualmente este modulo no es accesado de forma directa, desde este portal, pues de ser aprobada por el Vice-Rectorado Administrativo y la Dirección de Servicios Generales la implementación de la página web, faltaría realizar las labores de programación de enlace entre ambos.

PREVEN-SATULA.

El modulo Preven-SATULA, de la página web del Departamento de Transporte, es la sección de mantenimiento preventivo, que permite el registro y consulta de las actividades de mantenimiento preventivo así como de la asignación de las rutas internas y externas de las unidades de transporte colectivo; sin obviar, que admite el registro de los indicadores de desempeño de la gestión del mismo. El ingreso a este modulo, se realiza de forma restringida, mediante el registro de nombres de identificación y claves de acceso previamente registradas y autorizadas por personal directivo, de modo que se garantice el registro seguro y confiable de la información generada en los diversos procesos del área.



Fig. No. 7. Página de acceso al Modulo SATULA.



Fig. No. 8. Pantalla de ingreso al Modulo PREVEN-SATULA.

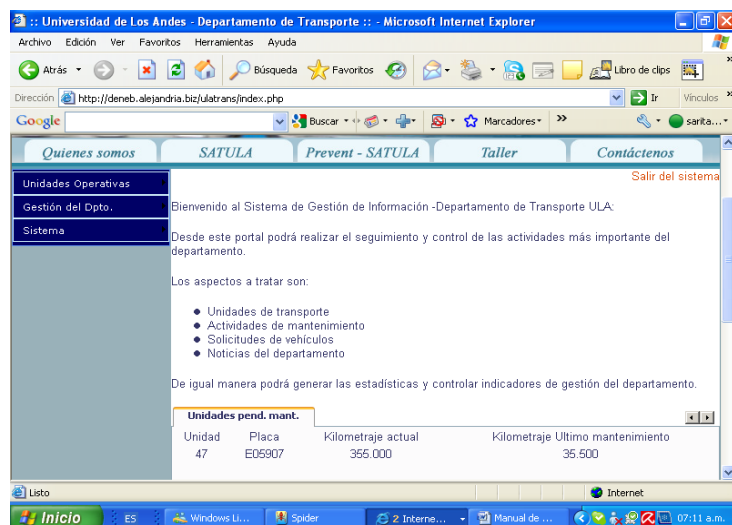


Fig. No. 9. Pantalla del modulo de PREVEN-SATULA.

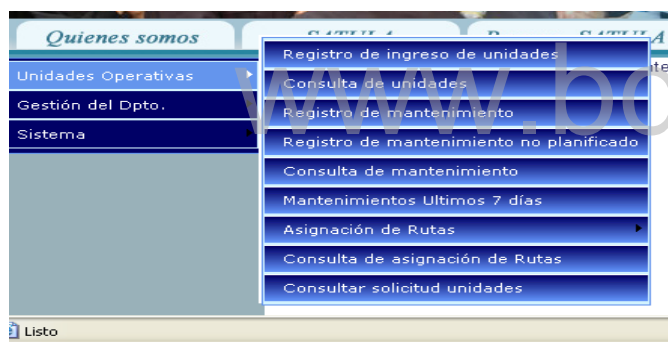


Fig. No. 10. Sub-menú de la opción "Unidades Operativas".

El modulo de Mantenimiento Preventivo, dispone para el usuario de tres botones de comando u opciones de tareas como son: **Unidades operativas, Gestión del Departamento y Sistema** (tal como se observa en la Figura No. 9), las cuales serán detalladas en adelante. En esta ventana se describen mediante un diálogo las opciones de las tareas que se realizan y ejecutan en esta sección, así como también se puede visualizar cuando corresponda al caso, las unidades que tengan pendiente labores de mantenimiento preventivo, pues permite establecer el kilometraje actual referido por indicación del usuario, asignación de rutas de transporte internas o externas, que suponen un recorrido superior a los 5.000 km a partir del último mantenimiento registrado, de manera que los responsables de la asignación de trabajo puedan programar las actividades de mantenimiento correspondiente al kilometraje reportado.

Por su parte, la opción de **Unidades Operativas**, tiene un sub-menú que consta de 9 tareas, denominadas: Registro de Ingreso de Unidades, Consulta de Unidades, Registro de Mantenimiento, Registro de Mantenimiento No Planificado, Consulta de Mantenimiento, Mantenimientos Últimos 7 días, Asignación de Rutas, Consulta de Asignación de Rutas, y la opción de consultar solicitud unidades. Cualquiera de éstas alternativas, puede ser accesada simplemente pulsando sobre las mismas (Ver Fig. 10).

El **Registro de Ingreso de Unidades**, se hace sobre el formato de una planilla, que contiene las siguientes casillas (Fig. 11):

- **Número de la Unidad:** Se indica el número de la unidad correspondiente al correlativo indicado por el Inventario de Unidades de Transporte del ULA:
- **Dependencia:** Se registra el nombre del área de trabajo de la ULA, a la cual está adscrita la unidad.
- **Clase:** Se refiere a la capacidad de pasajeros de la unidad de transporte. Ej: Autobus, minibús, otro.
- **Marca, Modelo y Año de la unidad:** Refiere a la marca del fabricante, modelo de referencia y año de salida al mercado.
- **Tipo:** Se indica en esta casilla, a la tipología del vehículo, en cuanto a si es un colectivo, de carga, u otro.
- **Placa:** Se registra el número de registro nacional asignado por el Ministerio de Transporte.

- Kilometraje actual de la unidad: Se indica para el momento del registro el kilometraje marcado en el odómetro de la unidad.
- Observaciones: En esta casilla se pueden realizar anotaciones particulares de la unidad.

Una vez realizado el registro de la información, se debe pulsar el botón "Ingresar", para que se ejecute el registro de forma efectiva. Al realizarse la acción citada, aparece el formato con todos los registro para confirmar la información indicada y en la parte superior al mismo, se ubican las opciones de "Modificar Unidad" y "Eliminar Unidad", de modo que al revisar la información pueda realizarse algún cambio pertinente o eliminar el registro. En caso de que se anote una unidad dejando alguna casilla libre el sistema reportará que todos los campos son de registro obligatorio. Igualmente si se asienta una unidad de transporte ya registrada, el sistema indicará "Registro repetido" y no se podrá procesar la información. Se puede salir de esta opción pulsando los botones principales del módulo.

En lo que respecta a la opción **Consulta de Unidades**, se requerirá indicar para la verificación de una unidad particular, el número de la unidad, la marca y pulsar el botón "Consultar", posibilitando la modificación o eliminación del registro (Fig. No. 12). Por su parte, de solicitarse la consulta de un registro inexistente, el sistema reportará el mensaje "El registro no existe". Mediante esta opción de consulta, también se podrá revisar el listado total de las unidades registradas en el sistema, pulsando el botón "Consulta Global de unidades", y se desplegará la lista de todos los vehículos ingresados (Ver Fig. No. 13). En dicha lista, se ha dispuesto una columna denominada "Operaciones" para posibilitar para cada registro la modificación de los datos, donde aparece la figura de un lápiz o la eliminación de

Fig. No. 11. Planilla de Registro de Unidades operativas.

Registro de unidad operativa	
Número de la unidad:	228
Dependencia:	TRANSPORTE
Clase:	Autobus
Marca de la unidad:	ENCAVA
Modelo de la unidad:	3000-63
Tipo:	Colectivo
Año de la unidad:	2002
Placa:	456XID
Kilometraje actual de la unidad:	89.000,00

Fig. No. 12. Consulta individual de Registro de unidades

dicha unidad pulsando la imagen de la "X". Esta información puede imprimirse pulsando el botón "Imprimir".

En cuanto a la opción **Registro de Mantenimiento** será necesario, luego de pulsar la tarea con el ratón, el registro de la unidad y el kilometraje (Fig. No. 14), el cual para admitir dicha información deberá ser mayor al kilometraje actual indicado en la planilla de registro antes detallada, pues de lo contrario se genera el mensaje "Kilometraje de mantenimiento no puede ser menor que el kilometraje actual de la unidad". Cabe acotar, que si la unidad anotada no corresponde a ninguna registrada, el sistema reporta el error "Número de unidad errónea. Unidad No Existe".

Al registrarse la información pertinente a la unidad a la cual se le ejecutaron rutinas o labores de mantenimiento, se despliega una hoja tipo Check – List (Fig. No. 15), donde aparecen indicadas las actividades correspondientes al kilometraje referencia, tomando en cuenta que a partir de los 5.000 km de cada unidad se mostraran actividades particulares con una frecuencia de mantenimiento de 5.000 Km.

Así también, se puede hacer referencia de piezas, repuestos, insumos, personal y pormenores de las actividades mantenimiento, pulsando al lado de cada actividad, el botón "Detalles", el cual se cierra tocando la "X" dispuesta en el extremo superior derecho del cuadro desplegado. Y una vez que se ha indicado toda la información generada en el proceso de mantenimiento, se debe pulsar el botón "Procesar", para que se reporte el mensaje "El mantenimiento fue registrado correctamente". Esta información también se puede determinar si se consulta la unidad, dispuesta a manera de fichero. Es importante resaltar que para evitar el registro posterior a un evento de mantenimiento indicado en el sistema, se establece por

Unidad:	Dependencia:	Clase:	Marca:	Modelo:	Tipo:	Año:	Placa:	Kilometraje actual:	Operaciones:
2	Transporte	Autobus	Chevrolet	Kodiak	Colectivo	2008	565675	12.202,00	
14	Transporte	Autobus	Ford	F-700	Colectivo	1981	L0016E	40.000,00	
19	Transporte	Autobus	Ford	F-700	Colectivo	2002	L0005E	50.000,00	
45	Geograf&amp;iacute;a	Autobus	Mercedes Benz	MB01-X	Colectivo	2002	ABV052	17.500,00	
47	Transporte	Autobus	Ford	F-700	Colectivo	2002	E05907	355.000,00	
50	mrd	Autobus	Mercedes Benz	rrrr	Colectivo	2002	xyz	85.000,00	
69	Transporte	Autobus	Chevrolet	Kodiak	Colectivo	2002	455115	12.000,00	
228	TRANSPORTE	Autobus	ENCAVA	3000-63	Colectivo	2002	456XID	89.000,00	
255	Transporte	Autobus	ENCAVA	3000-63	Colectivo	2002	352XGC	106.000,00	
500	555	Autobus	Chevrolet	555	Colectivo	2006	555	215,00	

Fig. No. 13. Consulta global de Registro de unidades

Fig. No. 14. Pantalla de Registro de mantenimiento ejecutado.

Actividad	Verificado	Observaciones
Revisión de Niveles de Fluidos	☒ Si ☐ No	Detalles...
Revisión de luces en general	☒ Si ☐ No	Detalles...
Cambio de filtro y aceite	☒ Si ☐ No	Detalles...
Limpieza de inyectores	☒ Si ☐ No	Detalles...

Fig. No. 15. Hoja de registro del mantenimiento según kilometraje referencia.

conveniencia de alteración de la información, la **advertencia** al usuario, de que cualquier dato mal registrado sobre mantenimiento, requerirá de la formulación de un memorando de corrección. De hecho, si se quiere reintroducir información, el sistema indica que “No existen actividades de mantenimiento pendientes ni rezagadas”.

Entretanto, se tiene la opción **Registro de Mantenimiento No Planificado**, para indicar una falla imprevista no esperada, pulsando la alternativa e indicando tanto el número de la unidad como del kilometraje correspondiente y marcando el botón “Actualizar”. Al entrar a la pantalla respectiva, se da el detalle del kilometraje actual y del kilometraje registrado, y se puede seleccionar una gama de actividades que se despliegan en la casilla de “Actividad” que permiten el registro de actividades no estipuladas en el kilometraje de referencia al registrado, así como la anotación de los pormenores de la falla atípica presentada pulsando el botón detalles (Ver Fig. No. 16).

Por otro lado, se dispone en el programa de la página web de la opción **Consulta de Mantenimiento**, para determinar las actividades de mantenimiento que se han realizado sobre una unidad particular (Fig. no. 17). Para ello, se deberá indicar el número del vehículo de interés y pulsar el botón “Consultar”, de modo que se despliegue el histórico de Mantenimiento de la Unidad, estableciendo por cada kilometraje de mantenimiento registrado, las actividades, la fecha, la persona que verifica la información, así como las observaciones o detalles registrados. La data puede disponerse en físico, pulsando el botón “Imprimir”.

La opción “**Mantenimiento Últimos 7 días**”, permite la consulta de los mantenimientos realizados durante la semana anterior, ubicando los registros desde el más reciente al más antiguo, de manera que el personal, pueda verificar con los reportes físicos, si faltó realizar el registro de alguna actividad de mantenimiento, determinar información errónea o simplemente conocer las labores realizadas. Esta data puede disponerse en físico, pulsando el botón “Imprimir” (Ver Fig. No. 18).

Verifique los registros antes de procesarlos. Para cualquier modificación posterior dirijase a la Jefatura de Taller Mecánico mediante Memorandum.

Fig. No. 16. Registro de labores de mantenimiento no planificado por ocurrencia de fallas imprevistas.

Actividad	Fecha	Verificado por:	Observaciones
Cambio de filtro y aceite	15/06/2009	Sistema, Administrador	Funciona
Revisión de luces en general	15/06/2009	Sistema, Administrador	fgfdgfd
Revisión de Niveles de Fluidos	15/06/2009	Sistema, Administrador	gfdgfdg

Fig. No. 17. Histórico de Mantenimiento de Unidad consultada.