

**ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE SISTEMAS DE UBICACIÓN Y
RASTREO VEHICULAR APLICADOS AL MANTENIMIENTO DE
FLOTAS**

OSCAR FRANCISCO FAYAD OSPINA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2006**

**ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE SISTEMAS DE UBICACIÓN Y
RASTREO VEHICULAR APLICADOS AL
MANTENIMIENTO DE FLOTAS**

OSCAR FRANCISCO FAYAD OSPINA
Ingeniero Mecánico
Universidad Nacional de Colombia

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

Director: Ing. Bayron Gómez Palacio
Ing. de Minas y Metalurgia
Universidad Nacional de Colombia
Especialista en Gestión de Empresas del Sector Solidario
Pontificia Universidad Javeriana

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2006**

A mis familiares y amigos
Al director de mi monografía por su incondicional apoyo
A los docentes

CONTENIDO

pág

INTRODUCCIÓN	1
1. ALCANCE DEL ESTUDIO	5
1.1 Estudio comparativo de tecnologías	5
1.2 Sistema de Información	5
1.3 Arquitectura del sistema de información	5
2. TAXI CLUB DE COLOMBIA.....	6
2.1 Unidades de Negocio.....	6
2.2 Marco del Proyecto.....	7
2.2.1 Operación	7
a. Producción.....	9
2.3 Flota de Vehículos	14
2.3.1 Programa de Mantenimiento.....	17
a. Carta de lubricación de la flota de vehículos	21
3. TEORÍAS DE SISTEMAS DE CONTROL.....	22
3.1 Teoría del control de sistemas.....	22
3.2 Sistemas de control en lazo abierto.....	23
3.3 Sistemas de control en lazo cerrado.....	24
3.4 Modelamiento del sistema.....	25
3.5 Criterios y especificaciones para el diseño de un sistema de control.....	27
3.6 Proceso de realización del sistema de control.....	29
3.7 Clasificación de las técnicas de control	29
3.7.1 Sistemas de control continuo.....	30
3.7.2 Sistemas de control digital.....	30
3.7.3 Sistemas de eventos discretos.....	30
3.8 Sistemas inteligentes de control	30
4. ESTUDIO COMPARATIVO DE TECNOLOGÍAS	33
4.1 Necesidad de un sistema SCADA.....	37
4.2 Funciones de los sistemas SCADA.....	38
4.3 Sistema SCADA aplicado al control de la producción de vehículos.....	39
4.4 Tecnologías existentes para la ubicación y el rastreo de vehículos (AVL).....	41
4.4.1 Telemetría.....	41
4.4.2 Principales usos para combinaciones de AVL.....	44
5. MANTENIMIENTO DE FLOTAS DE VEHÍCULOS.....	46
5.1 Gerencia de mantenimiento de flotas	46
5.2 Unidades de medición de la gestión de mantenimiento.....	51
5.3 El control de los procesos y el mantenimiento.....	52
5.4 Optimización del mantenimiento en un taller	53
5.4.1 Contenido mínimo de una orden de trabajo.....	53
5.4.2 Tablero de control (Ver Figura 27)	54
6. ESTUDIO ECONÓMICO	58
6.1 Inversión	58
6.2 Estructura de costos	58
6.3 Análisis de costos del proyecto.....	58
6.3.1 Análisis de costos sin la implementación del sistema.....	58
6.3.2 Análisis de costos con la implementación del sistema.....	60

7. RECOMENDACIONES.....	62
7.1 Implementar inicialmente un sistema CMMS.....	62
7.2 Arquitectura del sistema recomendado.....	62
7.3 Implementación futura de un sistema ERP	63
7.4 Subcontratar el sistema comunicación	64
7.4.1 Selección de empresa proveedora del servicio	64
7.4.2 Descripción del producto seleccionado.....	65
8. CONCLUSIONES.	74
9. BIBLIOGRAFÍA.....	75

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Unidades de negocio de TAXI CLUB DE COLOMBIA	6
Figura 2. Procesos del subsistema OPERACIÓN.....	8
Figura 3. Procesos de mantenimiento	12
Figura 4. Hyundai Atos Prime GL	15
Figura 5. Variables de un sistema.....	23
Figura 6. Lazo abierto	23
Figura 7. Lazo cerrado.....	24
Figura 8. Sistema real.....	25
Figura 9. Modelamiento matemático.....	25
Figura 10. Representación simbólica.....	25
Figura 11. Segunda etapa del modelamiento	26
Figura 12. Modelamiento de un sistema termostato.	27
Figura 13. Sistema con una entrada y una salida que dependen del tiempo.	28
Figura 14. Respuesta en amplitud	28
Figura 15. Respuesta en frecuencia	28
Figura 16. Estructura jerárquica de los sistemas automatizados.	31
Figura 17. Respuesta en el tiempo y nivel jerárquico de los sistemas automatizados	32
Figura 18. Jerarquía de un sistema de control completo	34
Figura 19. Sistema SCADA, con lazo cerrado por el operador	34
Figura 20. Vehículos hurtados y casos documentados de vehículos asegurados robados en Colombia	40
Figura 21. Flujo de información de un sistema de ubicación y rastreo	43
Figura 22. Universo de la función mantenimiento.....	46
Figura 23 Elementos del costo de mantenimiento	47
Figura 24. Flujo de costos para las órdenes de mantenimiento.....	48
Figura 25. Ciclo de costo de los repuestos.	49
Figura 26. Ciclo de costo de la mano de obra.....	50
Figura 27. Tablero de mando del mantenimiento.....	54
Figura 28. Tablero de mando del mantenimiento. Continuación.....	55
Figura 28. Arquitectura de un sistema SCADA de transmisión por GPS. 62	
Figura 29. Unidad Avantrack	65
Figura 30. Ejemplo de rastreo.....	67
Figura 31. Ejemplo de Geo-puntos en la ciudad de Bogotá.....	69

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones de los vehículos de la flota.....	15
Tabla 2. Programa de mantenimiento del motor	18
Tabla 3. Clasificación API según categoría de servicio.	19
Tabla 4. Programa de mantenimiento de vehículos de la flota.....	20
Tabla 5. Carta de lubricación de la flota de vehículos	21
Tabla 6. Algunas diferencias típicas entre sistemas SCADA y DCS36	
Tabla 7. Hurto de vehículos por región.....	40
Tabla 8. Recomendaciones de acuerdo a la zona de trabajo.....	44
Tabla 9. Convenciones de las recomendaciones anteriores.	44
Tabla 10. Funciones principales de la unidad i 58sr.....	71
Tabla 11. Formato para compra de unidades i58sr	71
Tabla 12. Formato para compra del plan.....	72

RESUMEN

TITULO: ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE SISTEMAS DE UBICACIÓN Y RASTREO VEHICULAR APLICADOS AL MANTENIMIENTO DE FLOTAS^a

AUTOR: OSCAR FRANCISCO FAYAD OSPINA^b

PALABRAS CLAVES: MANTENIMIENTO, RASTREO, VEHICULO, CONTROL, FLOTA, GERENCIA, SISTEMA, AUTOMATIZACIÓN

DESCRIPCIÓN: El presente trabajo, hace un estudio de los sistemas de ubicación y rastreo vehicular existentes en el mercado colombiano. Se trata de controlar la operación y el mantenimiento de una flota de vehículos de servicio público en la ciudad de Bogotá, D.C., con un sistema que permita medir de manera remota variables fundamentales para la administración y el mantenimiento como son el kilometraje, la velocidad, la posición, el estado de encendido.

Un sistema GPS, determina mediante una unidad ubicada en el vehículo, el kilometraje y la posición, así como las demás variables relacionadas con el estado. Dicha unidad, envía los datos en forma digital a una empresa de comunicación satelital, que envía la información a un centro maestro de control, donde es capturada, procesada y analizada y de allí a un enlace dedicado proveedor del servicio de Internet, que a su vez intercomunica al usuario interesado con dicho centro maestro de control. Las variables tomadas pueden ser manipuladas por dicho usuario mediante programas de archivo plano, para realizar una planeación y organización del mantenimiento y la producción de la flota de vehículos.

TAXI CLUB DE COLOMBIA, es la empresa seleccionada para realizar el presente estudio. Cuenta con una flota de 300 vehículos en la ciudad de Bogotá, en empresas operadoras del mantenimiento y la producción. Se pretende controlar la Gestión de dichas empresas operadoras, mediante ésta tecnología. Se realiza un análisis de costos de una muestra de vehículos, para determinar la variación de los costos de mantenimiento de dicha muestra, con el sistema y sin el sistema, encontrándose un ahorro en los gastos generales del mantenimiento, sin mencionar las demás ventajas operativas que ofrece el sistema.

^a Monografía

^b Facultad de Ingenierías físico-mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento.
Director: Bayron Gómez Palacio. Ingeniero de Minas y Metalurgia

SUMMARY

TITLE: Technical and economical study of automotive vehicle location and tracking systems applied to maintenance of fleet ^c

AUTHOR: OSCAR FRANCISCO FAYAD OSPINA ^d

KEYWORD: MAINTENANCE, TRACKING, VEHICLE, CONTROL, FLEET, MANAGEMENT, SYSTEM, AUTOMATIZATION

DESCRIPTION: The present work makes a study of automotive vehicle location and tracking systems in Colombian market. It's about the maintenance and operation of a fleet of public service transportation in Bogotá. This wants measure some important variables for administration and maintenance like mileage, speed, coordinates, and ignition state.

A GPS placed in the car, takes by a sealed unit, mileage, speed, coordinates and ignition state. This unit sends digital information to a satellital communication company who send it to a control master center, where that information is captured, processed and analyzed. After that, it goes to internet service providers who engage the internet client to the control master center. The internet client can handle all the variables in simple software and can makes programs and plans for the management of production and maintenance of his fleet.

TAXI CLUB DE COLOMBIA, is the company selected to make this study. This company has a fleet of 300 vehicles in Bogotá. An operator company is responsible for the maintenance and production of this fleet. It hopes to control the operator company, whit automotive vehicle location technology. In this study there is an analysis of costs for a bit of the fleet, whit and without the implementation of the system. The result is a saving in variable costs. There are also more operative advantages.

^c Monographie

^d School of Mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization.

Director: Bayron Gómez Palacio. Mining and Metallurgical Engineer.

INTRODUCCIÓN

La tarea más importante que debe encarar una Unidad de Mantenimiento y la razón última a la cual está destinada toda planificación del trabajo, que conlleva entre otras la recopilación de información a través de las órdenes de trabajo, el control del historial, los cálculos de costos y las mejoras conseguidas con la incorporación de personal calificado, así como la capacitación y adquisición de equipos modernos y eficientes, es en definitiva, mostrar como contribuye el mantenimiento al aumento de rentabilidad de la empresa, mediante el control de resultados, o sea la utilización óptima de los recursos y la mejora en el desempeño y fiabilidad de los equipos.

Algunas empresas de transporte todavía no le dan al mantenimiento la importancia que tiene; de allí que evalúen los talleres más por sus costos puntuales que por el valor agregado que aporta a la rentabilidad del negocio.

En tal sentido, se da tanto el caso de talleres sobredimensionados, particularmente en empresas cuyo negocio principal no es el transporte, como talleres que son insuficientes para atender la demanda del servicio de mantenimiento de los vehículos, como ocurre en muchas de las empresas de transporte analizadas.

Algunos empresarios ven en la reducción de las operaciones de mantenimiento, la única solución para el sobredimensionamiento del taller o talleres, sin preocuparse por valorar las necesidades reales que exige el efectivo mantenimiento de la flota, como también ocurre, para el caso de los talleres subdimensionados.

En consecuencia, es necesario establecer las necesidades reales de mantenimiento mediante métodos técnica y económicamente efectivos, apoyados en información confiable y de fácil acceso.

El mercado automotriz crece rápidamente. Los compradores de vehículos son cada día más exigentes, impulsando a la industria automotriz a incluir nuevas tecnologías que hagan los vehículos más rápidos, cómodos y seguros. La competencia se ha incrementado. Gran cantidad de países se encuentran produciendo vehículos de características especiales y únicas, que deben ser tenidas en cuenta a la hora de tomar decisiones tanto de inversión como del mantenimiento necesario de los vehículos.

Hoy se encuentran en el mercado tecnologías de información y comunicación que permiten ser adaptadas para la gerencia efectiva del mantenimiento de flotas de vehículos.

Las nuevas tecnologías permiten la ubicación remota de vehículos, con la posibilidad de controlar muchas de sus funciones, tales como: abrir y cerrar puertas, apagar o encender el motor, entre otras.

Paralelamente, tales tecnologías hacen posible la medición, en tiempo real, de algunas de las variables más importantes para controlar el mantenimiento de flotas de vehículos, tales como: kilometraje, velocidad, temperatura del motor, presión de aceite de motor, horas de operación, tiempos muertos, tiempos de funcionamiento real, tiempo de permanencia en taller debido a una reparación, o por la ejecución de algún mantenimiento programado.

En esta monografía, se hace un análisis de las principales tecnologías de manejo de información y comunicación, con aplicación práctica en la gerencia del mantenimiento de una flota de vehículos.

Para el análisis, se toma la flota de vehículos de TAXI CLUB DE COLOMBIA, propiedad de la empresa ALIANZAS Y NEGOCIOS LTDA., quien no cuenta con un sistema adecuado de control de la operación y el mantenimiento, tanto de su flota de 300 vehículos de servicio público tipo taxi, en una ciudad tan grande como Bogotá D.C., como de sus proveedores.

TAXI CLUB DE COLOMBIA, es una figura a través de la cual un grupo de inversionistas se han unido para tener mayor poder de negociación y control de sus proveedores, con miras a una mayor efectividad y rentabilidad de su inversión.

Entre los proveedores de TAXI CLUB DE COLOMBIA, está ADMIPÚBLICO LTDA., como una de las empresas encargadas de la operación de los vehículos de la flota, la cual realiza las siguientes funciones: selecciona, contrata y controla conductores; realiza mantenimiento; maneja todos los aspectos administrativos y legales, y por último, hace el recaudo y giro de producción.

Otros proveedores de TAXI CLUB DE COLOMBIA son: HYUNDAI COLOMBIA AUTOMOTRIZ S.A., JEDTRÁNSITO LTDA., FREDY GORDO, SITCAR S.A., PEDRO JULIO GONZÁLEZ LOVERA CONTADOR, REDES ASESORES DE SEGUROS LTDA., ASEGURADORA SOLIDARIA DE COLOMBIA, LIBERTY SEGUROS

S.A., SUFINANCIAMIENTO, MEGABANCO, BANCO DE OCCIDENTE, CONAVI, RADIO TAXI AEROPUERTO S.A., RADIO TAXI AUTOLAGOS LTDA., JJ NORTCOM COMUNICACIONES, PUBLIAVISOS, CAR REPUESTOS, HYUNDAUTOS LTDA., VEHICOLDA LTDA., COLOMBIA TAXIS, entre otros.

1. ALCANCE DEL ESTUDIO

Con base en el diagnóstico de TAXI CLUB DE COLOMBIA, que se realiza en el Capítulo 2, se plantea el siguiente alcance para el estudio:

1.1 Estudio comparativo de tecnologías

Realizar una comparación de las diferentes tecnologías de información y comunicación, ofrecidas en el mercado, para la administración de flotas de vehículos.

1.2 Sistema de Información

Recomendación de un sistema de información que apoye la toma de decisiones por parte de TAXI CLUB DE COLOMBIA.

1.3 Arquitectura del sistema de información

Arquitectura del sistema de información y comunicación gerencial recomendado.

2. TAXI CLUB DE COLOMBIA

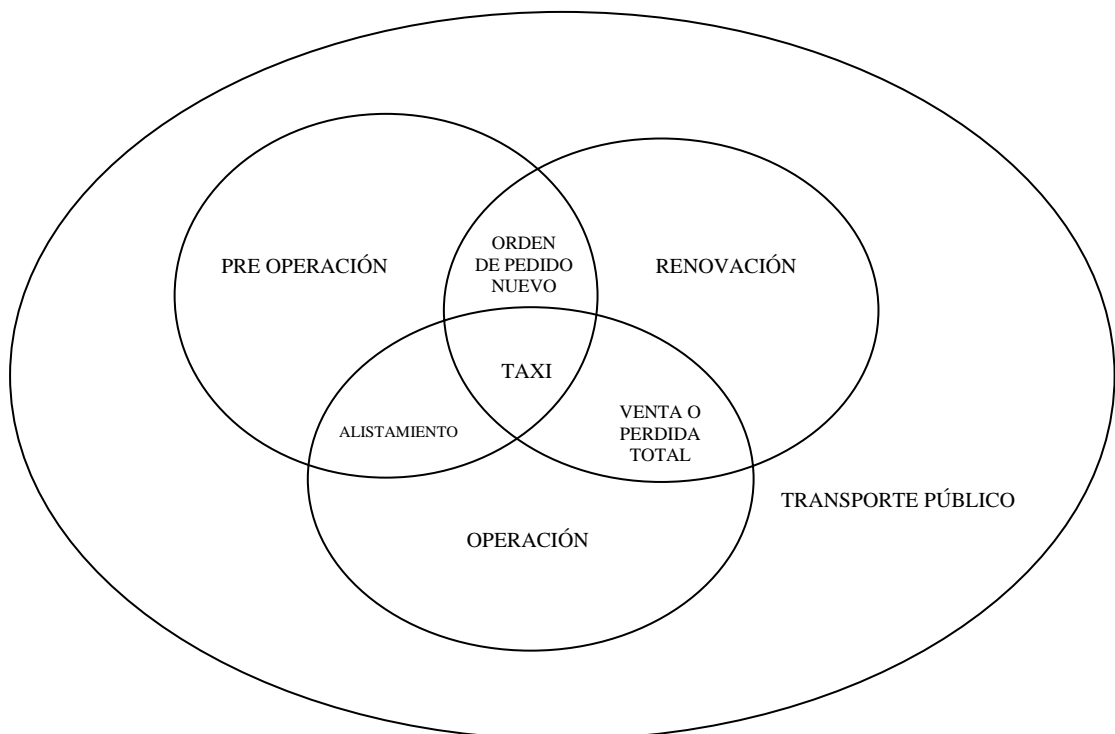
TAXI CLUB DE COLOMBIA, como se menciona en la introducción, hace el control del proveedor encargado de la operación y el mantenimiento de sus vehículos, así como sus demás proveedores, en representación de un grupo de inversionistas.

Adicionalmente, TAXI CLUB DE COLOMBIA tiene otros frentes de negocio, relacionados con aspectos diferentes a la operación y mantenimiento de los vehículos, como son: adquisición y venta de taxis, compra y suministro de cupos, alistamiento de taxis, trámites ante autoridades de tránsito y transporte, entre otros.

2.1 Unidades de Negocio

En la Figura 1, se observan los tres subsistemas que a su vez

Figura 1. Unidades de negocio de TAXI CLUB DE COLOMBIA



representan las Unidades de Negocio de TAXI CLUB DE COLOMBIA, como son: Pre operación, Operación y Renovación.

2.2 Marco del Proyecto

Si bien el sistema TAXI CLUB DE COLOMBIA contempla los subsistemas Pre operación, Operación y Renovación, esta monografía solo describirá el subsistema o unidad de negocio denominado OPERACIÓN, en donde es aplicable la tecnología propuesta a la gerencia de mantenimiento.

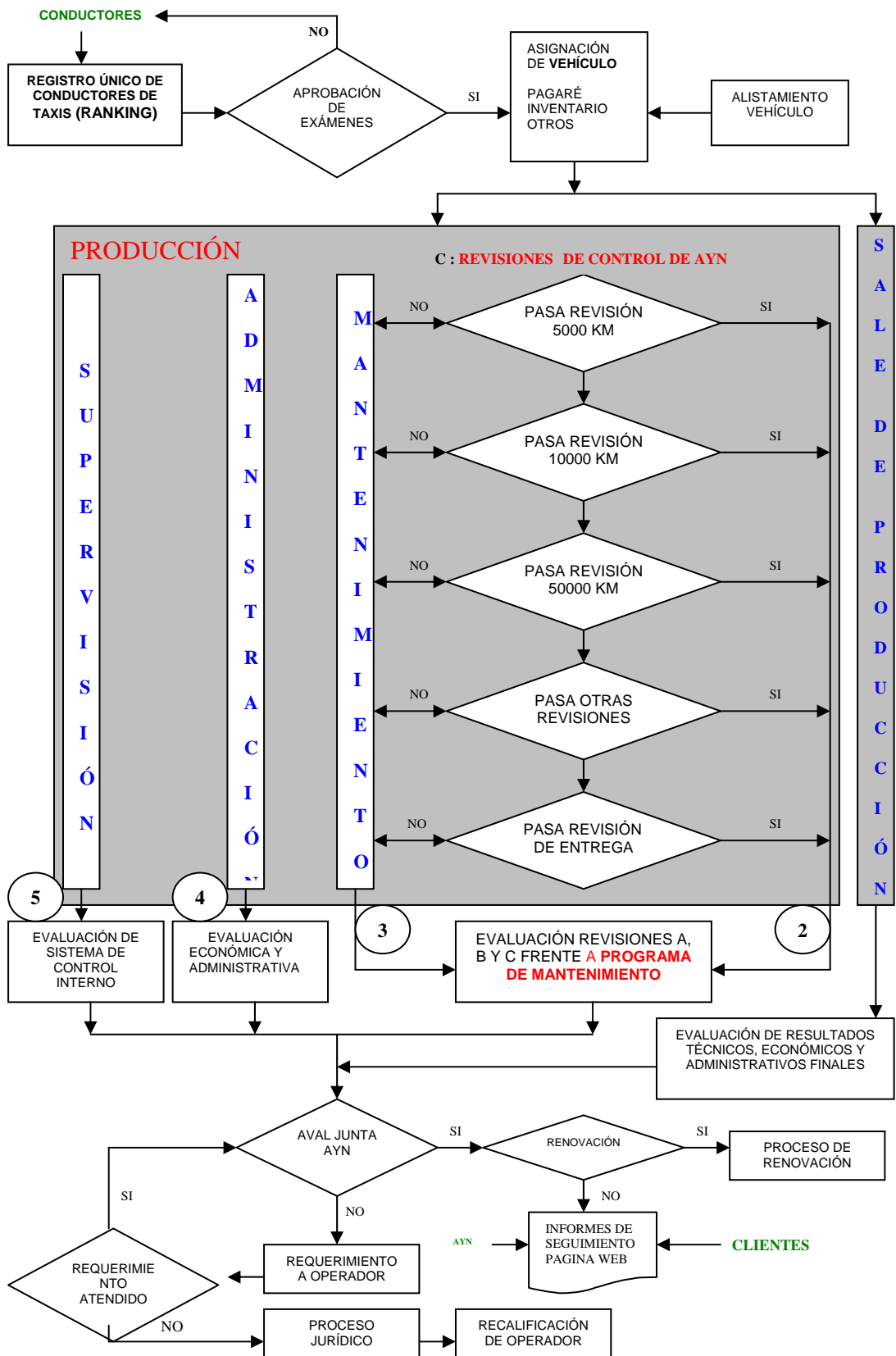
2.2.1 Operación

La OPERACIÓN va desde el alistamiento del taxi, pasando por su operación propiamente dicha, hasta llegar a la salida de operación del taxi, ya sea por pérdida total, venta o entrega del taxi al propietario para su operación directa.

Esta unidad de negocio es la que más aporte hace para la rentabilidad del inversionista, sin desconocer los aspectos comerciales de negociación del precio del vehículo tanto cero kilómetros, al ingresar al sistema, como usado, al cabo de dos años, cuando debe salir de la OPERACIÓN, según acuerdo TAXI CLUB DE COLOMBIA – ADMIPÚBLICO Ltda., y después de estudios que justifican esa decisión.

En la Figura 2, se detallan los procesos del subsistema OPERACIÓN el cual arranca desde el alistamiento del taxi (dotación con tapetes, forros, kit de carretera, taxímetro, emblemas,

Figura 2. Procesos del subsistema OPERACIÓN



radioteléfono, radio pasacintas, full de gasolina, etc.) y la asignación del conductor responsable del vehículo.

Posteriormente, la OPERACIÓN del taxi toma alguna de las siguientes rutas:

- Entra a Producción, o
- Sale de Producción

En esta monografía, solo se describe la ruta relacionada con la producción. Los demás procesos solo se presentan de forma esquemática, pues no tocan las funciones fundamentales de la operación del taxi.

a. Producción

Aquí se hace referencia a la entrada a producción del taxi. Se divide en cuatro grandes funciones: administración, mantenimiento, supervisión y control.

- Administración

Hace referencia a todos los aspectos relacionados con: a) El pago de gastos propios de la operación del vehículo, como son, frecuencia de radio, rodamiento, impuestos, seguros, revisiones técnico mecánicas de rigor, renovación de tarjeta de operación, b) El manejo de los asuntos relacionados con el recaudo de la producción del vehículo y el giro del producido neto al propietario, c) La asistencia legal y trámites, d) El mantenimiento del vehículo.

TAXI CLUB DE COLOMBIA, tiene estandarizados los gastos mencionados antes, lo que le permite entregar a sus inversionistas, una producción neta mensual fija, en los veinticuatro meses de OPERACIÓN del taxi (hoy se entrega un valor neto fijo de \$1.060.000 / mes -taxi).

- Mantenimiento

Se refiere a la ejecución del “Programa de Mantenimiento” por parte de operador, el cual se explica más adelante. Ver Figuras 2 y 3.

- Supervisión

Es la vigilancia que hace TAXI CLUB DE COLOMBIA de la organización administrativa del operador y de su sistema de control interno.

- Control

Se refiere al control de la ejecución del “Programa de Mantenimiento”. Como se muestra en las Figuras 2 y 3, el control se hace por medio de tres clases de inspecciones:

- Diaria
- Pico y Placa
- De TAXI CLUB DE COLOMBIA

En la inspección diaria, se evalúan los sistemas de frenos, eléctrico, de lubricación, de refrigeración, de dirección, de tracción, de

suspensión, así como el estado de los documentos, accesorios y de aseo del vehículo.

En los días de pico y placa, que equivalen en Bogotá D.C., a cinco días al mes por taxi aproximadamente, los conductores del taxi específico, los jefes de taller y de latonería de ADMIPÚBLICO LTDA., y el inspector de TAXI CLUB DE COLOMBIA, conceptúan sobre lo que debe hacerse al vehículo. De los tres conceptos anteriores, se establece un concepto unificado, que el operador debe ejecutar.

Tanto la inspección diaria como las inspecciones de pico y placa permiten el mejoramiento permanente del “Programa de Mantenimiento”, previamente acordado para cada vehículo, entre TAXI CLUB DE COLOMBIA y el operador.

Las inspecciones de TAXI CLUB DE COLOMBIA, tal como muestra la Figura 2, se hacen en los siguientes momentos:

5.000 kilómetros

10. 000 kilómetros

50.000 kilómetros

Otras revisiones

Revisión de entrega

Cada una de las revisiones de TAXI CLUB DE COLOMBIA, tiene dos rutas posibles, como son: aceptada o no aceptada.

Cuando una revisión de TAXI CLUB DE COLOMBIA no acepta el estado mecánico del taxi, este debe ir hacia el taller de mantenimiento.

En la Figura 3, se muestra como el rechazo de TAXI CLUB DE COLOMBIA genera una orden de trabajo, dirigida al taller de mantenimiento. Es así como el vehículo permanece en patios a la espera de entrar, o mejor, recibir la atención necesaria por parte del taller de mantenimiento. En la Figura 3, donde dice AYN, entiéndase, TAXI CLUB DE COLOMBIA.

El taller de mantenimiento se divide en tres secciones: mecánica; electricidad y latonería y pintura. Para el caso de las secciones de mecánica y de electricidad el resultado de la evaluación, junto con el listado de repuestos y otros elementos necesarios, requiere del visto bueno del Jefe de Taller. Para el caso de la sección de latonería y pintura el visto bueno debe ser entregado por el Jefe de esa sección.

De ser avaladas las solicitudes, por el Jefe correspondiente, este solicita al Almacén todos los repuestos y elementos necesarios para adelantar las labores de mantenimiento.

El Almacén, una vez recibe el pedido, debe entregarlo en el menor tiempo posible. En consecuencia, si cuenta con existencias en Almacén para atender el pedido, las atiende de inmediato; cuando no se tienen existencias, pero tiene claramente identificado a un solo proveedor que garantiza, en disponibilidad, tiempo, calidad y precio, la entrega del pedido, compra de forma directa. Cuando no se tiene existencias, pero hay varios proveedores que garantizan disponibilidad, tiempo, calidad y precio, se debe surtir el trámite

administrativo de cotización, aval y orden de compra, en un tiempo que no atente con la programación la sección que hizo el pedido.

Al recibir los repuestos y elementos solicitados, la sección correspondiente, realiza el mantenimiento y deja el registro del histórico, cerrando la orden de trabajo, abierta anteriormente.

Con la información obtenida con las inspecciones de TAXI CLUB DE COLOMBIA se mejora, junto con la información de las inspecciones diarias y de pico y placa, el “Programa de Mantenimiento”, previamente acordado por cada vehículo.

2.3 Flota de Vehículos

Este estudio se aplicará inicialmente a la flota de TAXI CLUB DE COLOMBIA, la cual cuenta con 300 taxis; Marca: Hyundai; Línea: Atos Prime GL. ; Modelos de 2003 a 2006; Ubicada en Bogotá D.C. En la Figura 4, se observa el aspecto físico del vehículo.

Luego de comparar los rendimientos mecánicos, para trabajo veinticuatro horas, veinticinco días al mes, durante más de dos años, en la ciudad de Bogotá D.C., de los diferentes tipos y marcas de vehículos de gama baja, TAXI CLUB DE COLOMBIA tomó la decisión de recomendar a sus inversionistas la adquisición de una sola marca de vehículo, que le permite hoy, alcanzar importantes economías de escala y mejor retorno de la inversión para sus clientes.

En la Tabla 1, se presentan las características del Hyundai Atos Prime GL., por el cual se decidió TAXI CLUB DE COLOMBIA desde hace cuatro años, con excelentes resultados.

Reconocer las características técnicas del taxi que mayor venta tiene hoy, no solo en Bogotá D.C., sino en todo el País, es importante para garantizar la implementación de este estudio.

Figura 4. Hyundai Atos Prime GL



Tabla 1. Especificaciones de los vehículos de la flota.

DIMENSIONES	mm (in)
Largo total	3.495 (137.6)
Ancho total	1.495(58.9)
Alto total (sin carga) ATOS	1.615(63.6)
Alto total (sin carga) ATOS PRIME	1.580(62.2)
Distancia entre ejes	2.380(93.7)
Ancho de los ejes TROCHA DELANTERA	1.315 (51.8)
Ancho de los ejes TROCHA TRASERA	1.300(51.2)
DIRECCIÓN ASISTIDA	
Tipo	Tipo
Juego libre en volante	Juego libre en volante
Carrera del piñón	Carrera del piñón
Tipo de bomba	Tipo de bomba

Continuación

Tabla 1. Especificaciones de los vehículos de la flota. Continuación

SISTEMA DE COMBUSTIBLE	
Capacidad del tanque	35 Litros
RUEDAS	
Estándar	155/70 R13
Opcional	175/60 R13
Repuesto	Igual al estándar u opcional
SISTEMA ELÉCTRICO	
Batería	MF 12V 40AH
Alternador	13.5V 70 A
Motor de arranque	0.8 KW
FRENOS	
Tipo	Doble circuito en X con servo- freno
Frenos delanteros	Disco. Ventilado
Frenos traseros	Tambor
Frenos de mano	De cable a las ruedas traseras
MOTOR	
	ESPECIFICACIONES
	1.0 MFI
Tipo de motor	4 cilindros en línea SOHC
Velocidad de ralentí	900+-100
Sincronización de encendido	BTDC 5° +-2°
Orden de encendido	1 – 3 – 4- 2
BUJÍAS	
COMPONENTE	SIN PLOMO
Bujías	NGK:BKR5ES-11 CHAMPION: RC9YC4,RCY10C4
Galga de bujías	1.0-1.1mm (0.039 – 0.043in)

De la Tabla 1, se observa como, además de tener un precio muy competitivo entre los vehículos de gama baja con los cuales compite, cuenta con un motor de 1000 cc que se adapta a la topografía plana de la ciudad de Bogotá D.C., y un consumo de combustible de 60 km. por galón de gasolina, para un tanque de 35 litros (9.1 galones), que lo hace muy atractivo.

2.3.1 Programa de Mantenimiento

Como se muestra en la Figura 2, entre TAXI CLUB DE COLOMBIA y el operador, se establece el “Programa de Mantenimiento”, el cual considera las recomendaciones del fabricante, además del histórico con que cuentan tanto TAXI CLUB DE COLOMBIA como el operador, en los años que vienen manejando el vehículo seleccionado anteriormente.

El “Programa de Mantenimiento” se establece para cada vehículo, una vez es apto para entrar a producción.

Como se muestra en la Figura 2, el “Programa de Mantenimiento” es mejorado permanentemente de acuerdo con el control, descrito antes.

La cantidad de vehículos y el tiempo de prueba de los mismos, si bien le permiten tener a TAXI CLUB DE COLOMBIA un buen “Programa de Mantenimiento”, hoy el problema que se plantea, debido al incremento del número de vehículos manejados, son el control efectivo y el mejoramiento permanente del mismo.

En la Tabla 2 se presenta el programa de mantenimiento del motor recomendado por el fabricante, para obtener su buen desempeño.

Las actividades del programa deben realizarse, según la condición que se cumpla primero de kilometraje o fecha o meses de trabajo.

Tabla 2. Programa de mantenimiento del motor

No.	DESCRIPCIÓN	KILÓMETROS X1000	15	30	45	60	75	90	105	120
		MESES	12	24	36	48	60	72	84	96
MANTENIMIENTO DEL MOTOR										
1	ACEITE MOTOR (SH O SUPERIOR) Y FILTRO		R	R	R	R	R	R	R	R
2	CORREA DE BOMBA DE AGUA Y ALTERNADOR			I		R		I		R
3	FILTRO DE COMBUSTIBLE					R				R
4	CONDUCTOS DE COMBUSTIBLE: MANGUITOS Y CONEXIONES		I	I	I	I	I	I	I	I
5	CORREA DE DISTRIBUCIÓN					I		R		
6	TUBOS DE VACÍO Y TAPA DE FILTRO DE COMBUSTIBLE			I		I		I		I
7	MANGUITOS DE VENTILACIÓN DE CARTER			I		I		I		I
8	FILTRO DE AIRE		I	R	I	R	I	R	I	R
9	BUJÍAS			I	R			I	R	
10	AJUSTE DE TAQUÉS			I		I		I		I
11	BUJÍAS					I			I	
12	AMORTIGUADORES DELANTEROS					I				
13	AMORTIGUADORES TRASEROS					I				
14	LLANTAS					R				
15	PASTILLAS DE FRENOS		R	R	R	R	R	R	R	R
16	CAMBIO RODAMIENTOS DE LA CAJA					R				
17	ZAPATAS, FRENOS Y PINZAS			R		R		R		R

* SF ó inferior: cada 10000 km o 6 meses:"R"

R: Cambiar

I: Inspeccionar

En la Tabla 2, se hace aclaración sobre la utilización de los aceites para el motor ÉPSILON, de 1000 cc, con que viene equipado el automóvil. Si se utiliza un aceite SH o superior, el cambio se debe realizar cada 15.000 Km o 12 meses, lo que primero ocurra; si se utiliza un aceite SF o inferior, se debe realizar en intervalos menores, es decir, cada 10.000 km o cada 6 meses, lo que primero ocurra.

El Instituto Americano del Petróleo API⁵, clasifica la calidad de los aceites SAE en las siguientes categorías:

Tabla 3. Clasificación API según categoría de servicio⁶.

MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA A GASOLINA	AÑO DE FABRICACIÓN DEL MOTOR	MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA DIESEL	AÑO DE FABRICACIÓN DEL MOTOR
SA	ANTES DE 1950	CA	ANTES DE 1950
SB	1950-1960	CB	1950-1952
SC	1960-1970	CC	1952-1954
SD	1965-1970	CD/CD II	1955-1987
SE	1971-1980	CE	1987-1992
SF	1981-1987	CF/CF 2	1992-1994
SG	1988-1992	CF 4 ⁷	1992-1994
SH	1993-1996	CG 4	1995-2000
SJ	1997-2000	CH 4	2001
SL	2001		

Esta clasificación es distinta a la clasificación SAE, cuyo índice tan solo indica como es el flujo de los aceites a determinadas temperaturas, es decir, su VISCOSIDAD. Esto no tiene que ver con la calidad del aceite, contenido de aditivos, funcionamiento o aplicación para condiciones de servicio especializado.

⁵ <http://api-ec.api.org>

⁶ www.solomantenimiento.com/m-aceite-lubricante.htm

⁷ Motor a 4 tiempos.

En la Tabla 4, se presenta el “Programa de Mantenimiento” establecido entre TAXI CLUB DE COLOMBIA y el operador, por cada vehículo de la flota.

Tabla 4. Programa de mantenimiento de vehículos de la flota

No.	DESCRIPCIÓN	KILÓMETROS X1000	15	30	45	60	75	90	105	120
		MESES	12	24	36	48	60	72	84	96
MANTENIMIENTO GENERAL										
1	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN **		I	I	I	I	I	I	I	I
2	REFRIGERANTE		I	I	I	I	I	I	I	I
3	ACEITE CAJA DE CAMBIOS MANUAL		I	I	I	I	I	R	I	I
4	ACEITE CAJA DE CAMBIOS AUTOMÁTICA		I	I	I	I	I	I	I	I
5	FRENOS: CIRCUITOS Y MANGUITOS		I	I	I	I	I	I	I	I
6	LIQUIDO DE FRENOS			I		I		I		I
7	FRENOS TRASEROS: CIRCUITOS Y TAMBORES			I		I		I		I
8	ZAPATAS, FRENOS, DISCOS Y PINZAS		I	I	I	I	I	I	I	I
9	TUBO DE ESCAPE Y SILENCIOSO		I	I	I	I	I	I	I	I
10	TORNILLOS AJUSTE DE SUSPENSIÓN		I	I	I	I	I	I	I	I
11	DIRECCIÓN ASISTIDA ROTULAS Y GUARDAPOLVOS		I	I	I	I	I	I	I	I
	ROTULAS DE SUSPENSIÓN		I	I	I	I	I	I	I	I
12	BOMBA DE DIRECCIÓN ASISTIDA CORREA Y MANGUITOS,			I		I		I		I
13	BARRAS DE DIRECCIÓN Y GUARDAPOLVOS		I	I	I	I	I	I	I	I
14	REFRIGERANTE AIRE ACONDICIONADO			I		I		I		I
15	GRASA DE RODAMIENTOS RUEDAS TRASERAS		I	I	I	I	I	I	I	I

**Cada 24 meses o 45000 km, lo primero que se presente: “R”

R: Cambiar

I: Inspeccionar

a. Carta de lubricación de la flota de vehículos

Dentro de los componentes para la lubricación se lleva la siguiente carta. Actualmente aunque se lleva un control de la lubricación, dicho control no es tan estricto, y depende básicamente de la actitud que tenga el conductor específico del vehículo.

Tabla 5. Carta de lubricación de la flota de vehículos

Componente	Aceites y grasas estandarizados		Cantidad (litros)
Aceite del motor	API S G O SUPERIOR	SAE 20W-40, 20W50 [arriba de -10°C]	3.1
		SAE 15W-40, 15W50 [arriba de -15°C]	
		SAE 10W-30, 20W50 [-25°C a 40°C]	
		SAE 10W-40, 10W50 [arriba de -25°C]	
		SAE 5W-20 *, **[arriba de -10°C]	
		SAE 5W-30* [abajo de 10°C]	
		SAE 5W-40* [abajo de 20°C]	
	* Dependiendo de la conducción y territorio de operación		
**No recomendable para altas velocidades mantenidas			
Consumo de aceite	Condiciones de conducción normales		Max 1L/1500km
	Condiciones de conducción severas		Max 1L/1000km
Caja de cambios	ESSO JW3314		2.45
Servo dirección	PSF-3		Según se prescribe
Líquido de frenos	DOT3, DOT 4 ó equivalente		Según se prescribe
Líquido refrigerante	Glicol etileno base para radiador de aluminio		4.5

3. TEORÍAS DE SISTEMAS DE CONTROL

Para entender sobre el funcionamiento de los sistemas de ubicación y rastreo vehicular, es necesario conocer acerca de los sistemas de control automatizados.

En todo sistema de control, el objetivo es mantener la variable a controlar dentro de ciertos límites permisibles por el sistema, en control de movimiento y aún más específicamente en los servo sistemas, la variable típica de control es la posición.

3.1 Teoría del control de sistemas.

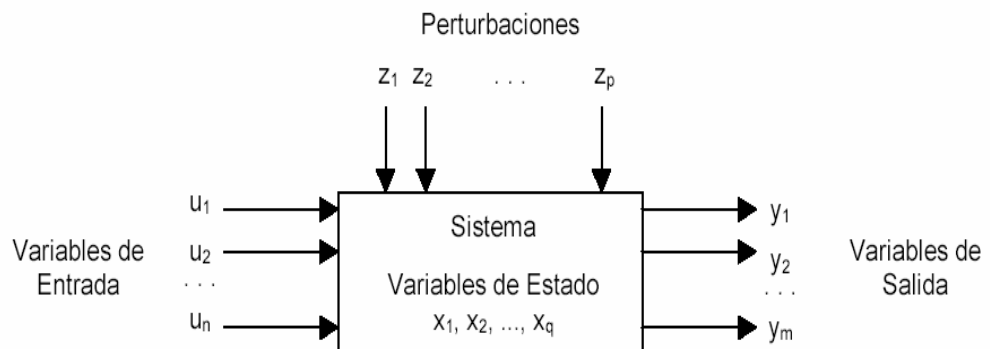
La teoría del control de sistemas, también llamada teoría de la regulación automática, es la ciencia que estudia el comportamiento dinámico de un sistema, frente a órdenes de mando o perturbaciones externas.

Un sistema se define como un conjunto de elementos físicos o abstractos relacionados entre sí de forma que modificaciones o alteraciones, efectuadas en determinadas magnitudes de uno de ellos, pueden influir o ser influidas por los demás.

Las variables de un sistema, son aquellas en las que conocido su valor en un instante dado, permiten conocer la respuesta del sistema ante cualquier señal de entrada o perturbación.

Las variables de estado, son el conjunto tal que conocido su valor en un instante dado, permiten conocer la respuesta del sistema ante cualquier señal de entrada o perturbación.

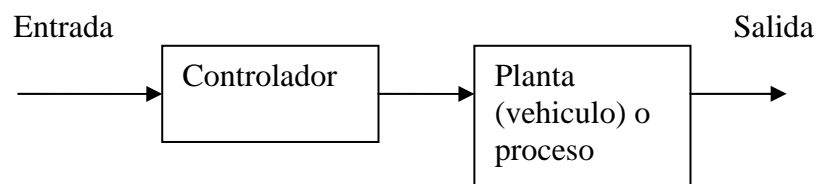
Figura 5. Variables de un sistema



3.2 Sistemas de control en lazo abierto

En los sistemas de control de lazo abierto Figura 6, la acción de control es independiente de la salida. De igual manera no hay retroalimentación. De esta forma a cada entrada de referencia le corresponde una condición de operación fija. La precisión depende de la calibración. Igualmente puede presentar problemas con las perturbaciones. Este tipo de controladores genera secuencias de instrucciones como respuesta a las distintas órdenes o variables de entrada.

Figura 6. Lazo abierto.



3.3 Sistemas de control en lazo cerrado.

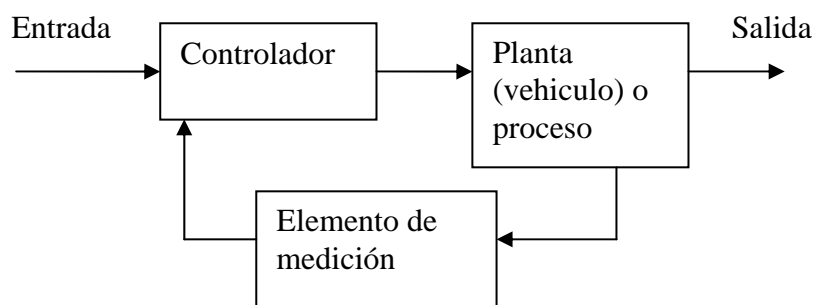
Los sistemas de control de lazo cerrado, mantienen una relación preestablecida entre la entrada y la salida, comparándolas y utilizando la diferencia como parámetro de control.

Estos sistemas, son los que presentan una respuesta de comportamiento adecuado de acuerdo con las perturbaciones externas. Ejemplos de estos sistemas son: El sistema de control de la temperatura de una habitación y el sistema de control de la velocidad de un vehículo.

Se conocen también como “Sistemas de Control Retroalimentados”, clasificados como:

- Reguladores. (Ej. termostato)
- Servomecanismos. (Ej. brazo de robot)
- La señal de salida tiene efecto directo sobre la acción de control.
- Se utiliza la realimentación para reducir el error del sistema (“lazo cerrado”).

Figura 7. Lazo cerrado



3.4 Modelamiento del sistema.

Este modelamiento, se realiza mediante dos enfoques distintos, el empírico y el axiomático.

El modelamiento empírico de los sistemas dinámicos de control, pasa por tres fases distintas a saber, el sistema real físico, en el cual se realiza una interpretación gráfica del fenómeno, después un modelamiento matemático, para terminar en una representación simbólica. Ver Figuras 8, 9 y 10. El modelamiento empírico es el utilizado en la teoría clásica de control.

Figura 8. Sistema real

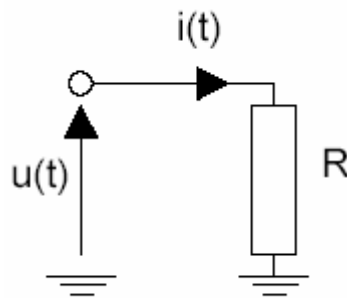
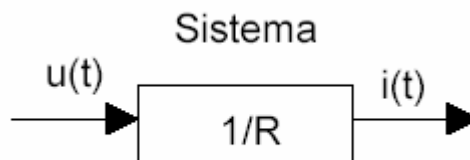


Figura 9. Modelamiento matemático

$$u(t) = R \cdot i(t)$$

Figura 10. Representación simbólica



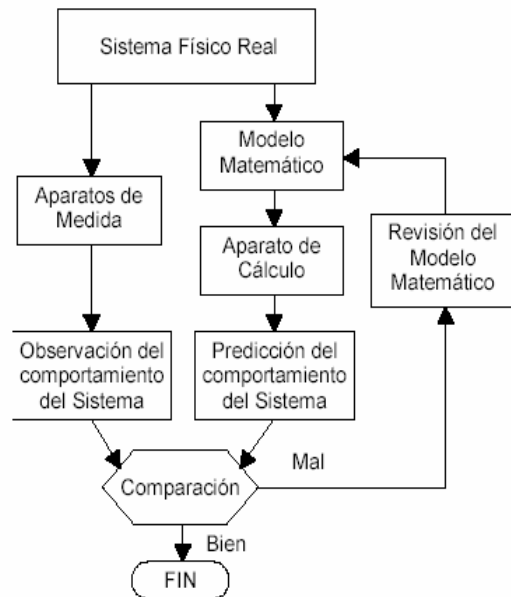
El enfoque axiomático, maneja las variables de estado del sistema, y se constituye como la teoría moderna de control.

Una vez se ha concluido con esta primera etapa del modelamiento, se debe observar el comportamiento de dicho modelo para perfeccionarlo. En la Figura 11, se observa la segunda etapa del modelamiento en sistemas de control dinámico.

Figura 11. Segunda etapa del modelamiento

Modelado del Sistema (II)

Compromiso:
Precisión/Complejidad del modelo
(coste)

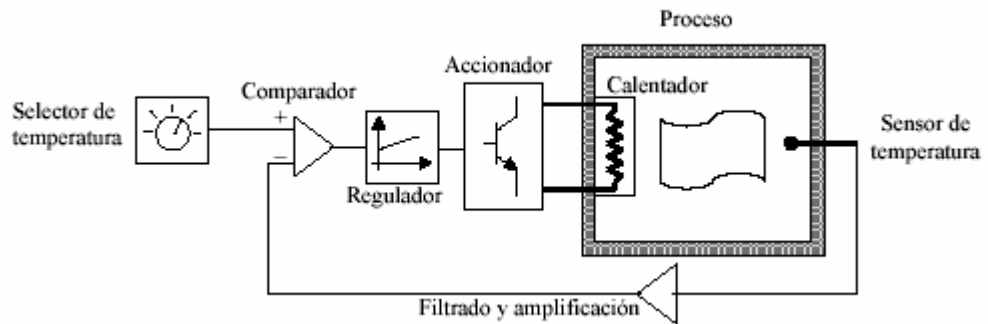
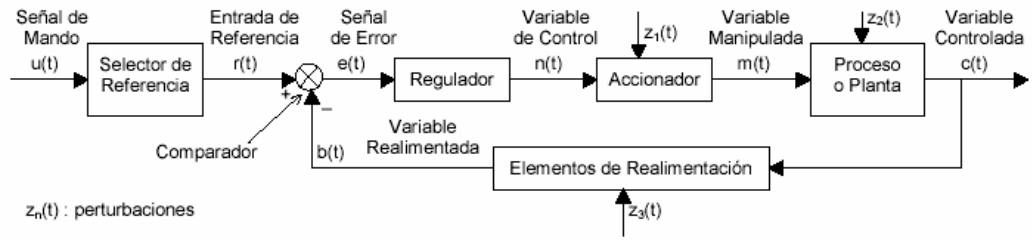


En la Figura 12, observamos el modelamiento de un sistema termostato el cual es convertido de su sistema real, a un bucle típico que nos muestra el comportamiento.

Todo sistema de control tiene como objetivos primordiales:

- Anular la acción de las perturbaciones sobre la variable controlada.

Figura 12. Modelamiento de un sistema termostato.



- Hacer que la variable controlada siga a la de referencia: servosistema o servomecanismo. En el Anexo A, se presenta un ejemplo de este tipo de sistema.

3.5 Criterios y especificaciones para el diseño de un sistema de control.

Para el diseño de un sistema de control se toman dos variables fundamentales que son la amplitud y la frecuencia. En la Figura 13, observamos un sistema con una variable $x(t)$ de entrada y una salida $y(t)$. En las Figuras 14 y 15, sus respuestas en amplitud y frecuencia.

Figura 13. Sistema con una entrada y una salida que dependen del tiempo.

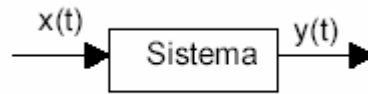


Figura 14. Respuesta en amplitud

- Respuesta en el tiempo: $x(t) = \delta(t)$, $x(t) = u_0(t)$, $x(t) = t \cdot u_0(t)$, ...

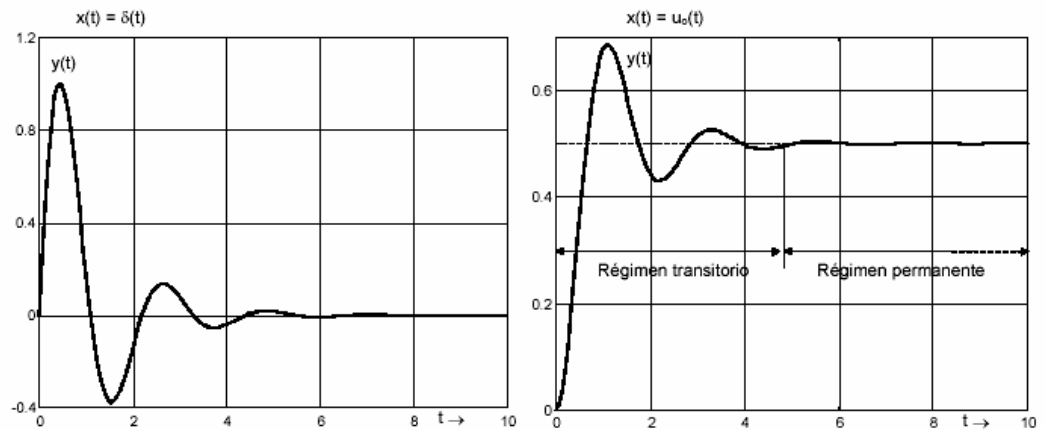
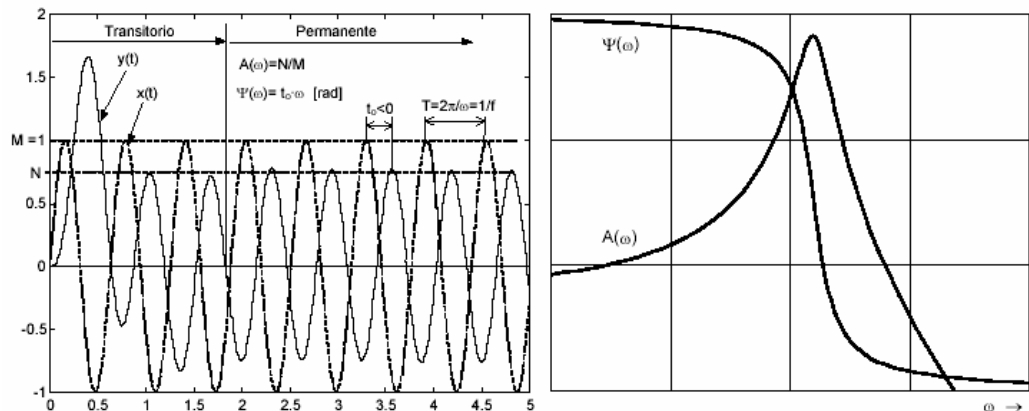


Figura 15. Respuesta en frecuencia

- Respuesta en frecuencia: $x(t) = M \cdot \text{sen}(\omega \cdot t) \cdot u_0(t)$, $\omega: 0 \rightarrow \infty$



3.6 Proceso de realización del sistema de control.

El proceso de realización de un sistema de control cuenta con las siguientes etapas:

a. Análisis de la planta a controlar:

- Modelado
- Linealización
- Análisis dinámico
- Simulación no lineal

b. Diseño del sistema de control:

- Filosofía y estrategia de control
- Especificaciones y calidad
- Diseño del regulador

c. Análisis del sistema completo:

- Análisis dinámico
- Simulación no lineal

d. Realización

- Selección de componentes físicos
- Construcción y ensayo de prototipos
- Diseño del modelo industrial
- Ensayo del modelo industrial

3.7 Clasificación de las técnicas de control.

Los sistemas se clasifican de acuerdo a las técnicas de control que utilizan, en:

3.7.1 Sistemas de control continuo.

Son sistemas que operan con señales continuas. Normalmente la función de control se implementa con circuitos electrónicos.

3.7.2 Sistemas de control digital.

Utilizan tecnología digital. Tiene mayor flexibilidad en diseño. Un controlador digital para plantas continuas necesita conversión analógica-digital y viceversa.

Los problemas de retardos y longitud de palabra son inapreciables con las mejoras en la tecnología digital. Poseen mayor capacidad para almacenar y manipular datos. Permiten la inclusión de procesos de aprendizaje, control adaptativo, conocimiento experto y otros conceptos avanzados.

3.7.3 Sistemas de eventos discretos.

Poseen control secuencial, control lógico programable, control dinámico de eventos discretos. Las acciones de control determinadas como respuesta a las características secuenciales y combinaciones observadas de un conjunto de órdenes y condiciones sensoriales. Las entradas y realimentación suelen ser binarias. Las salidas también suelen ser binarias. Se diseñan mediante el desarrollo de una tabla de transición de estados.

3.8 Sistemas inteligentes de control

El control inteligente es el desarrollo de métodos de control para emular características importantes de la inteligencia humana como adaptación, aprendizaje, tratamiento de grandes cantidades de datos, y tratamiento de incertidumbre. El área de conocimiento que abarcan estos sistemas posee límites cambiantes: Lo que es control

inteligente hoy será simplemente control mañana. Igualmente es interdisciplinaria: Control, Ciencias de la Computación e Investigación Operativa. Incluye al control convencional.

El informe Task Force on Intelligent Control define el control inteligente a través de varias propiedades características de los sistemas inteligentes, en:

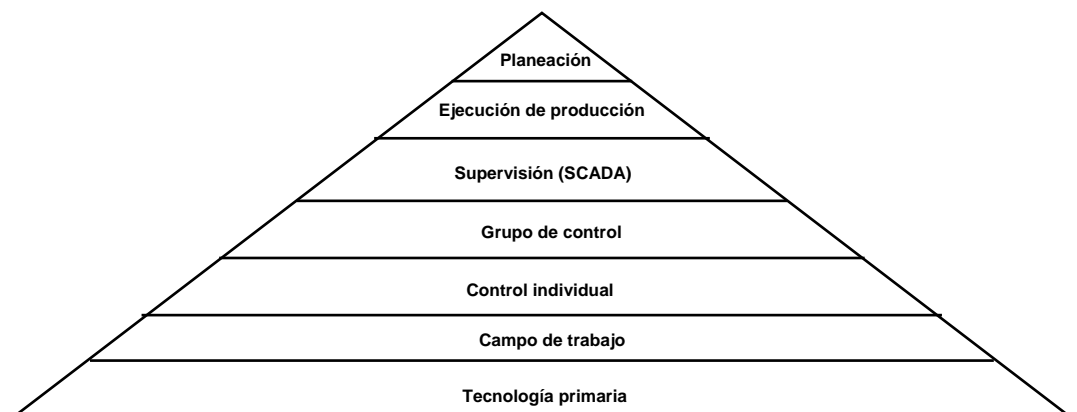
Adaptación y aprendizaje: Capacidad para adaptarse a condiciones cambiantes.

Autonomía e inteligencia: Habilidad para actuar adecuadamente en un entorno con incertidumbre.

Estructuras y jerarquías: Arquitectura funcional apropiada para afrontar problemas complejos.

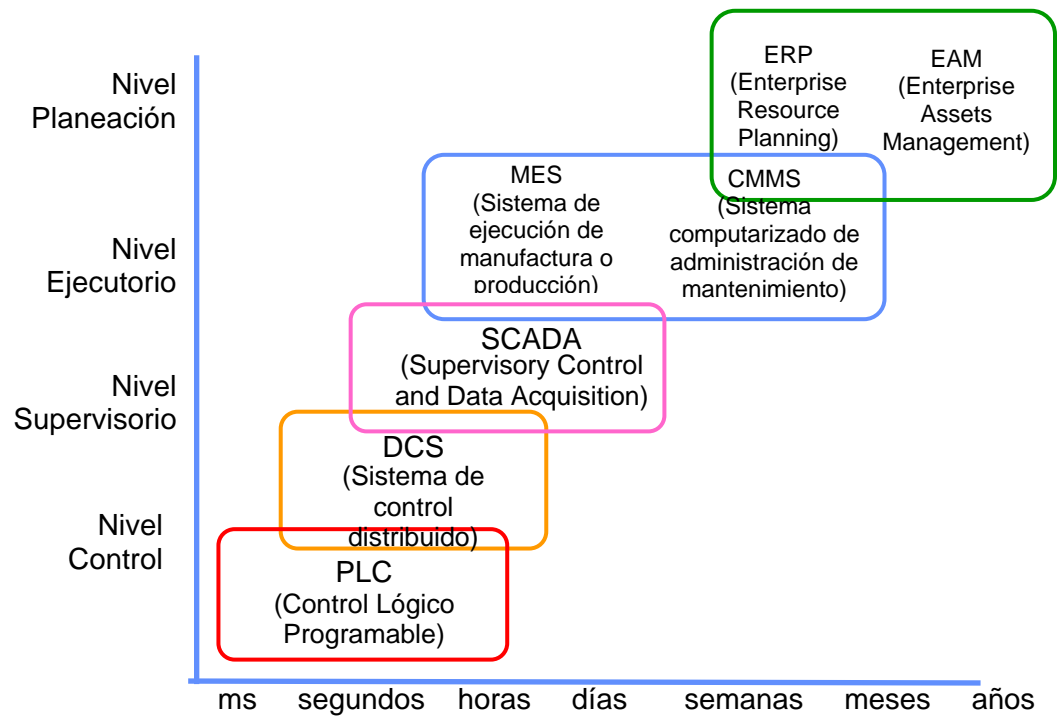
3.9 Estructura jerárquica de los sistemas automatizados

Figura 16. Estructura jerárquica de los sistemas automatizados.



En la Figura 17, observamos, la estructura jerárquica relacionada con los niveles de tecnología y la velocidad de respuesta de los subsistemas a medida que se asciende en la pirámide.

Figura 17. Respuesta en el tiempo y nivel jerárquico de los sistemas automatizados⁸



⁸ERP: Sistema para planeación de la producción; EAM: Evaluación de la Gestión de los activos teniendo en cuenta el costo del ciclo de vida (life cycle cost)

4. ESTUDIO COMPARATIVO DE TECNOLOGÍAS

Dentro de los sistemas de control, encontramos dos clases de sistemas. El primero se conoce como sistema de control DCS y el segundo como sistema de control SCADA.

El sistema de control DCS, o sistema de control distribuido, se caracteriza por realizar las acciones de control en forma automática, ver Figura 12 y la Figura 1 del Anexo A.

El sistema DCS consiste en un conjunto de subsistemas que deben trabajar de forma coordinada. La responsabilidad del sistema es el control y monitorización de estos subsistemas y proporcionar una interfaz de usuario homogénea.

La arquitectura física del sistema de control consiste en una serie de computadores, equipos electrónicos, sensores y/o actuadores interconectados. Ver Figura 18.

Definición de sistema SCADA: SCADA, es el acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos).

Un SCADA es un sistema basado en computadores que permite supervisar y controlar a distancia una instalación de cualquier tipo. A diferencia de los Sistemas de Control Distribuido, el lazo de control es generalmente cerrado por el operador como se muestra en la Figura 19.

Los Sistemas de Control Distribuido se caracterizan por realizar las acciones de control en forma automática. Hoy en día es fácil hallar un sistema SCADA realizando labores de control automático en

cualquiera de sus niveles, aunque su labor principal sea de supervisión y control por parte del operador.

Figura 18. Jerarquía de un sistema de control completo

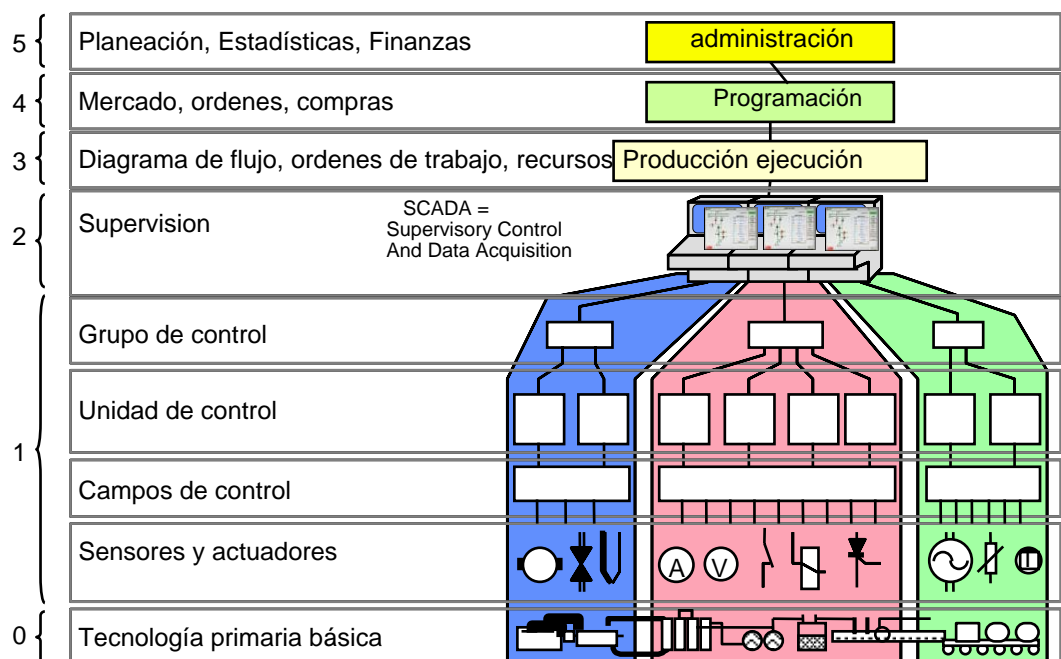
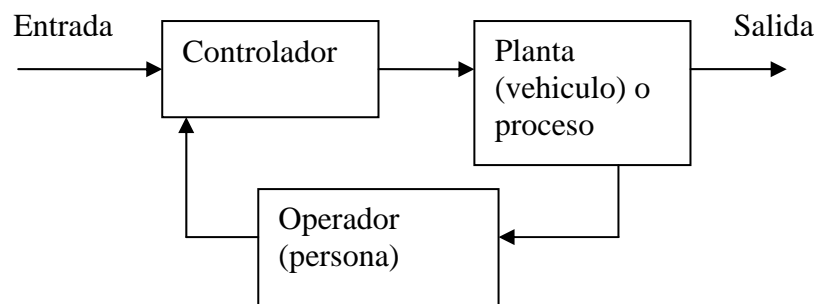


Figura 19. Sistema SCADA, con lazo cerrado por el operador



En la Tabla No 6 se muestra un cuadro comparativo de las principales características de los sistemas SCADA y los sistemas de Control Distribuido (DCS) (Estas características no son limitantes para uno u otro tipo de sistemas, son típicas).

El flujo de la información en los sistemas SCADA es como se describe a continuación: El fenómeno físico lo constituye la variable que deseamos medir. Dependiendo del proceso, la naturaleza del fenómeno es muy diversa: presión, temperatura, flujo, potencia, intensidad de corriente, voltaje, ph, densidad, etc. Este fenómeno debe traducirse a una variable que sea inteligible para el sistema SCADA, es decir, en una variable eléctrica. Para ello, se utilizan los sensores o transductores. Ver Figura 18.

Los sensores o transductores convierten las variaciones del fenómeno físico en variaciones proporcionales de una variable eléctrica. Las variables eléctricas más utilizadas son: voltaje, corriente, carga, resistencia o capacitancia.

Sin embargo, esta variedad de tipos de señales eléctricas debe ser procesada para ser entendida por el computador digital. Para ello se utilizan acondicionadores de señal, cuya función es la de referenciar estos cambios eléctricos a una misma escala de corriente o voltaje. Además, provee aislamiento eléctrico y filtraje de la señal con el objeto de proteger el sistema de transientes y ruidos originados en el campo.

Una vez acondicionada la señal, la misma se convierte en un valor digital equivalente en el bloque de conversión de datos. Generalmente, esta función es llevada a cabo por un circuito de conversión analógico/digital. El computador almacena esta información, la cual es utilizada para su análisis y para la toma de decisiones. Simultáneamente, se muestra la información al usuario del sistema, en tiempo real.

Basado en la información, el operador puede tomar de decisión de realizar una acción de control sobre el proceso. El operador comanda al computador a realizarla, y de nuevo debe convertirse la información digital a una señal eléctrica. Esta señal eléctrica es procesada por una salida de control, el cual funciona como un acondicionador de señal, para escalarla y manejar un dispositivo dado: bobina de un relé, setpoint de un controlador, etc.

Tabla 6. Algunas diferencias típicas entre sistemas SCADA y DCS.

ASPECTO	SCADAs	DCS
TIPO DE ARQUITECTURA	CENTRALIZADA	DISTRIBUIDA
TIPO DE CONTROL PREDOMINANTE	SUPERVISORIO: Lazos de control cerrados por el operador. Adicionalmente control secuencial y regulatorio	REGULATORIO: Lazos de control cerrados automáticamente por el sistema. Adicionalmente control secuencial, batch, algoritmos avanzados, etc
TIPOS DE VARIABLES	DESACOPLADAS	ACOPLADAS
ÁREA DE ACCIÓN	Áreas geográficamente distribuidas	Área de la planta

Continúa

Tabla 6 Algunas diferencias típicas entre sistemas SCADA y DCS.
Continuación

ASPECTO	SCADAs	DCS
UNIDADES DE ADQUISICIÓN DE DATOS Y CONTROL	Remotas, PLC`s	Controladores de lazo, PLC's
MEDIOS DE COMUNICACIÓN	Radio, satélite, líneas telefónicas, conexión directa, LAN, WAN.	Redes de área local, conexión directa.
BASE DE DATOS	CENTRALIZADA	DISTRIBUIDA

4.1 Necesidad de un sistema SCADA.

Para evaluar si un sistema SCADA es necesario para manejar una instalación dada, el proceso a controlar debe cumplir las siguientes características:

- El número de variables del proceso que se necesita monitorear es alto.
- El proceso está geográficamente distribuido. Esta condición no es limitativa, ya que puede instalarse un SCADA para la supervisión y control de un proceso concentrado en una localidad.
- Las información del proceso se necesita en el momento en que los cambios se producen en el mismo, o en otras palabras, la información se requiere en tiempo real.

- La necesidad de optimizar y facilitar las operaciones de la planta, así como la toma de decisiones, tanto gerenciales como operativas.
- Los beneficios obtenidos en el proceso justifican la inversión en un sistema SCADA. Estos beneficios pueden reflejarse como aumento de la efectividad de la producción, de los niveles de seguridad, etc.
- La complejidad y velocidad del proceso permiten que la mayoría de las acciones de control sean iniciadas por un operador. En caso contrario, se requerirá de un Sistema de Control Automático, el cual lo puede constituir un Sistema de Control Distribuido, PLC's, Controladores a Lazo Cerrado o una combinación de ellos.

4.2 Funciones de los sistemas SCADA.

Dentro de las funciones básicas realizadas por un sistema SCADA están las siguientes:

- Recabar, almacenar y mostrar información, en forma continua y confiable, correspondiente a la señalización de campo: estados de dispositivos, mediciones, alarmas, etc.
- Ejecutar acciones de control iniciadas por el operador, tales como: abrir o cerrar válvulas, arrancar o parar bombas, etc.
- Alertar al operador de cambios detectados en la planta, tanto aquellos que no se consideren normales (alarmas) como cambios que se produzcan en la operación diaria de la planta (eventos). Estos cambios son almacenados en el sistema para su posterior análisis.
- Aplicaciones en general, basadas en la información obtenida por el sistema, tales como: reportes, gráficos de tendencia, historia de variables, cálculos, predicciones, detección de fugas, etc.

4.3 Sistema SCADA aplicado al control de la producción de vehículos.

Como se menciona antes, la producción de TAXI CLUB DE COLOMBIA, incluye: la administración, el mantenimiento, la supervisión y el control.

El mantenimiento y control que se mencionan, hacen referencia a la definición del “Programa de Mantenimiento”, como se muestra en el Capítulo 2, y al control del mismo.

Para un adecuado mantenimiento y control, es necesario implementar un sistema que permita medir, detectar y transmitir variables fundamentales de estado y operación, todo al mismo tiempo (en tiempo real). Las variables fundamentales son el kilometraje, para poder programar los mantenimientos; la velocidad para el control de la operación; el estado de operación encendido o apagado del motor, para saber si el vehículo se encuentra operando o se encuentra en estado de reposo.

Cuando el vehículo se encuentra realizando alguna actividad de mantenimiento, este debe ser reportado por el sistema de detección relacionando dato de mantenimiento, posición geográfica del vehículo y fecha, la cual, fundamentalmente, debe corresponder a la establecida en el “Programa de Mantenimiento” específico.

El sistema permite, entre otros, apagar remotamente el vehículo, por aspectos como: hurto, operación del vehículo sin autorización, operación del vehículo por fuera del área de jurisdicción, restricción de operación del vehículo por pico y placa, entre otros. En la Figura 20 y la Tabla 7, se muestra, de forma consolidada y por departamentos, la alta tasa de hurto de vehículos en Colombia. Lo

anterior, hace que muchas empresas de transporte valoren más el sistema propuesto por aspectos de seguridad, que por su aplicación al mantenimiento de flotas.

Figura 20. Vehículos hurtados y casos documentados de vehículos asegurados robados en Colombia⁹

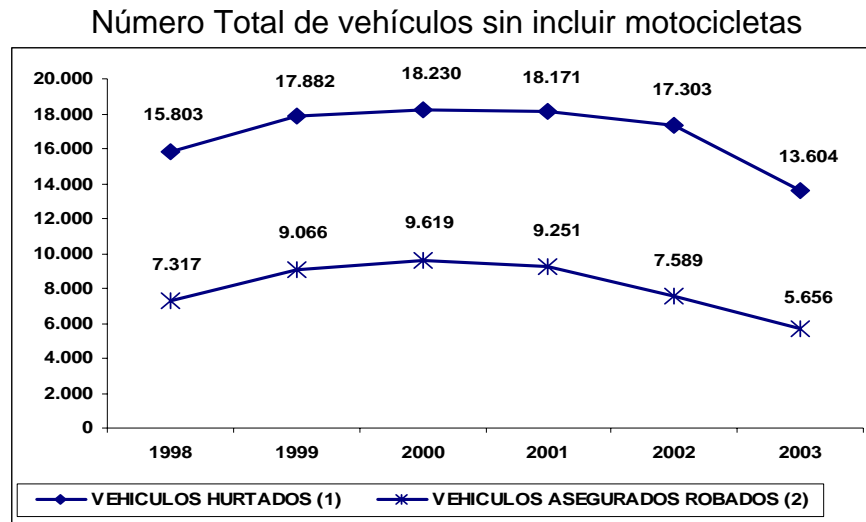


Tabla 7. Hurto de vehículos por región.

DEPARTAMENTO DE HURTO	Vehículos Hurtados ¹⁰	Participación de Vehículos Hurtados	Vehículos Asegurados Robados ¹¹	Participación de Vehículos Asegurados Robados	Porcentaje de Vehículos Aseg. Robados frente al Total de Hurtados
AÑO 2003					
CUNDINAMARCA	6.867	28,9%	2.401	39,1%	35,0%
ANTIOQUIA	7.021	29,5%	1.797	29,3%	25,6%
VALLE DEL CAUCA	1.809	7,6%	1.027	16,7%	56,8%
SANTANDER	1.018	4,3%	68	1,1%	6,7%
ATLÁNTICO	884	3,7%	233	3,8%	26,3%
OTROS DEPTOS	6.186	26,0%	616	10,0%	10,0%
TOTAL AÑO 2003	23.785	100,0%	6.141	100,0%	25,8%

⁹ Según datos de Fasecolda en: www.fasecolda.com/int/EST_HurVeh.php

¹⁰ Según la Policía Nacional

¹¹ Según las compañías de seguros

4.4 Tecnologías existentes para la ubicación y el rastreo de vehículos (AVL)

Las siglas AVL (Automotive Vehicle Location), se basan en sistemas de comunicaciones. Existen tres tipos diferentes de rastreo en las flotas de vehículos, los cuales son rastreo pasivo, rastreo en tiempo real e intermedio.

Las tecnologías de rastreo pasivo, no manejan la información al instante, son generalmente, tarjetas tipo VDO, las cuales vienen instaladas en los vehículos, y capturan datos como variables tales como, presión de aceite del motor, temperatura, tiempo de trabajo, estado encendido o apagado, kilometraje recorrido entre otros.

Las tecnologías de rastreo en tiempo real toman los datos de los vehículos, y los envían mediante sistemas de comunicación a una central de información directamente, en tiempo real (cuasi real time).

Las tecnologías AVL intermedias, toman los datos de la flota de vehículos en tiempo real pero la transmisión se demora en ser capturada por el sistema centralizado de información, un tiempo determinado. Este tiempo está determinado por el usuario. Por ejemplo, el envío de datos desde el sistema recopilador de la información hasta la central, puede demorar en llegar 15 minutos, 30 minutos, 1 hora y así sucesivamente, de acuerdo a las necesidades del cliente.

4.4.1 Telemetría

La telemetría es una tecnología que permite la medición remota de magnitudes físicas y el posterior envío de la información generada en la medición hacia el operador del sistema de telemetría. La

palabra telemetría procede de las palabras griegas tele (lejos) y metrón (medida).

El envío de información hacia el operador en un sistema de telemetría se realiza típicamente mediante comunicación inalámbrica, aunque también se puede realizar por otros medios (teléfono, redes de ordenadores, enlace de fibra óptica).

Los sistemas de telemetría reciben las instrucciones y los datos necesarios para operar, mediante comandos a distancia.

La telemetría se utiliza en grandes sistemas, tales como las naves espaciales o las plantas químicas, debido a que facilita la monitorización automática y el registro de las mediciones, así como el envío de alertas, con el fin de que el funcionamiento sea seguro y eficiente.

Este Sistema permite la transmisión de datos en forma inalámbrica para diversas aplicaciones de telecontrol, telemetría y telecomando que sus operaciones requieren, brindando así la posibilidad a las empresas de controlar, monitorear, medir y comandar remotamente y a distancia. Ver Figura 21.

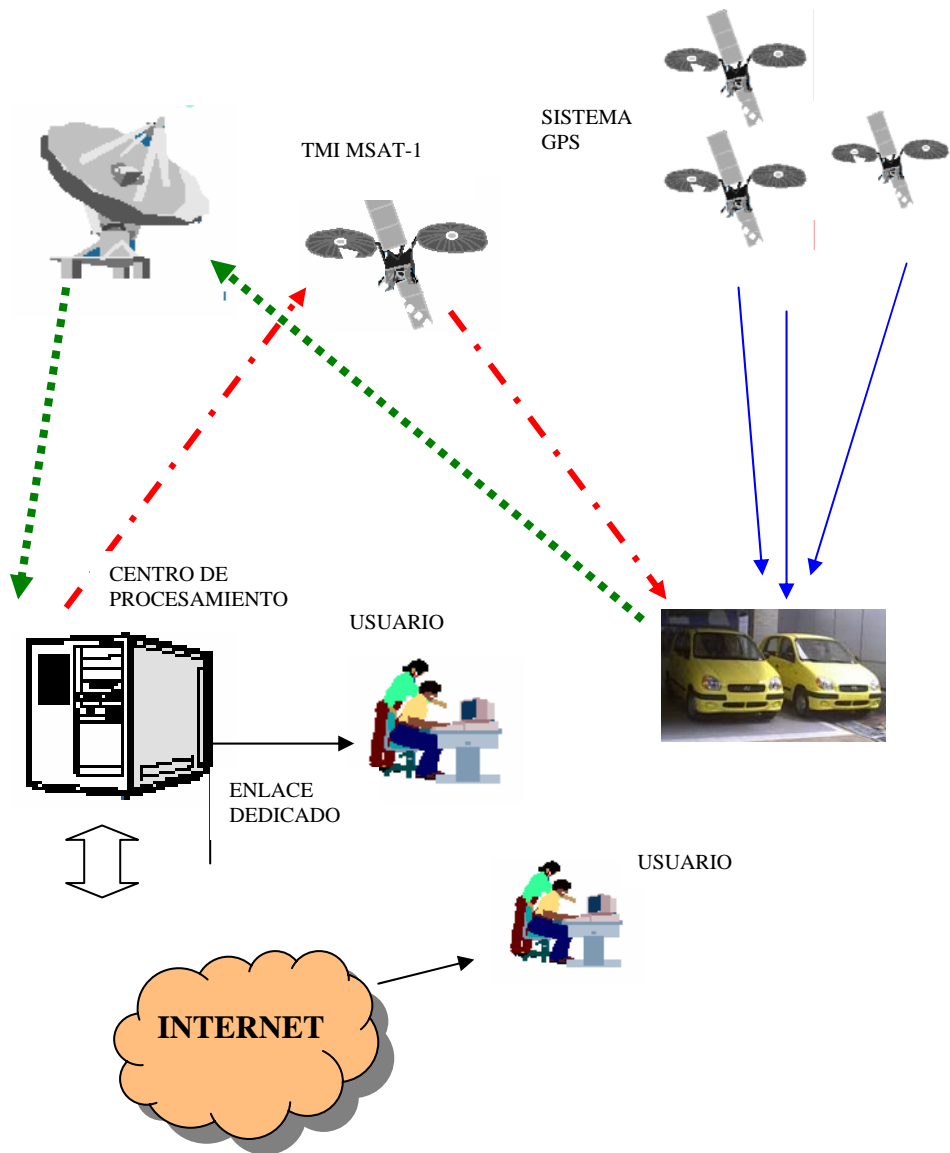
Como Telemetría Inalámbrica debe entenderse la transmisión de datos entre dos máquinas, en forma automática o a pedido, usando una red inalámbrica con propósitos de monitoreo y control.

Los sistemas de Telemetría o sistemas SCADA (Supervisor y Control y Adquisición de Datos) son utilizados ampliamente en las industrias modernas como herramienta para mejorar el manejo de producción y el mantenimiento, minimizando los costos de producción y mantenimiento, logrando aumentar la rentabilidad.

Estos sistemas se introducen en la industria como sistemas de monitoreo y luego adquieren capacidad de control y posteriormente

se relacionan con otras áreas diferentes a la producción propiamente dicha como el mantenimiento y las estadísticas, permitiendo estas realimentar al sistema de manera de lograr la mayor optimización posible.

Figura 21. Flujo de información de un sistema de ubicación y rastreo vehicular



4.4.2 Principales usos para combinaciones de AVL

Es muy importante definir las zonas en las cuales la flota de vehículos trabaja, para así definir que tipo de tecnología AVL se debe aplicar.

Tabla 8. Recomendaciones de acuerdo a la zona de trabajo.






















COMBINACIÓN NECESIDAD	SISTEMA DE POSICIONAMIENTO MÁS RECOMENDADO	SISTEMA DE COMUNICACIÓN MÓVIL MÁS RECOMENDADO
Gestión de la Flota en tiempo real	GPS	  
Zonas Urbanas	RRFID	 
Zonas rurales y flotas de ruta aleatoria	GPS	  
Control y gestión de Transporte público	RRFID	  
Curiers y flotas de transporte de carga urbana	GPS	 
Flotas de transporte internacional de mercaderías	GPS	 
Control de rutas, transporte público, transporte privado de pasajeros, camiones recolectores de basura	GPS	

Tabla 9. Convenciones de las recomendaciones anteriores.

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
GPS	Global Positioning System
RRFID	Rastreo por Radiofrecuencia
	Dispositivos pasivos sin comunicación
	Comunicación móvil a través de ondas de radio
	Comunicación móvil a través de telefonía celular
	Comunicación móvil satelital
	Comunicación móvil inalámbrica (Telefonía IP, WAP)

Para el caso que nos compete, vamos a realizar el estudio con dos sistemas bien importantes. El primero es un análisis con sistemas GPS y el segundo es un análisis con sistemas de rastreo por radiofrecuencia.

5. MANTENIMIENTO DE FLOTAS DE VEHÍCULOS

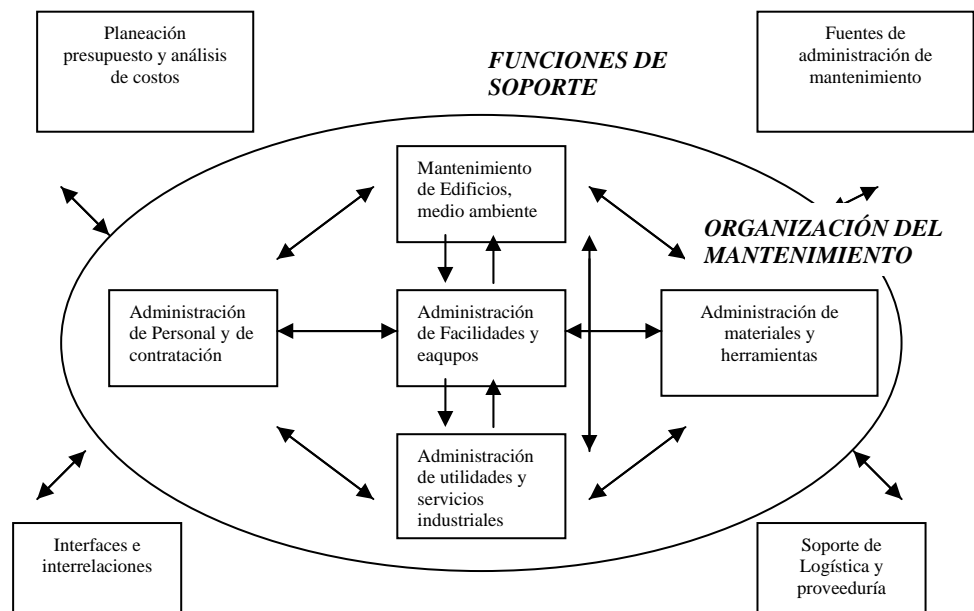
5.1 Gerencia de mantenimiento de flotas

Para lograr que las empresas operadoras tengan una mejora significativa en sus procesos de gestión del mantenimiento es importante establecer cuales son los rubros que se van a contabilizar. Ver Figura 22

Lógicamente se deben registrar los gastos por los trabajos de mantenimiento, mano de obra y materiales, que se desglosan en preventivo y reparaciones, datos que están registrados en las órdenes de trabajo.

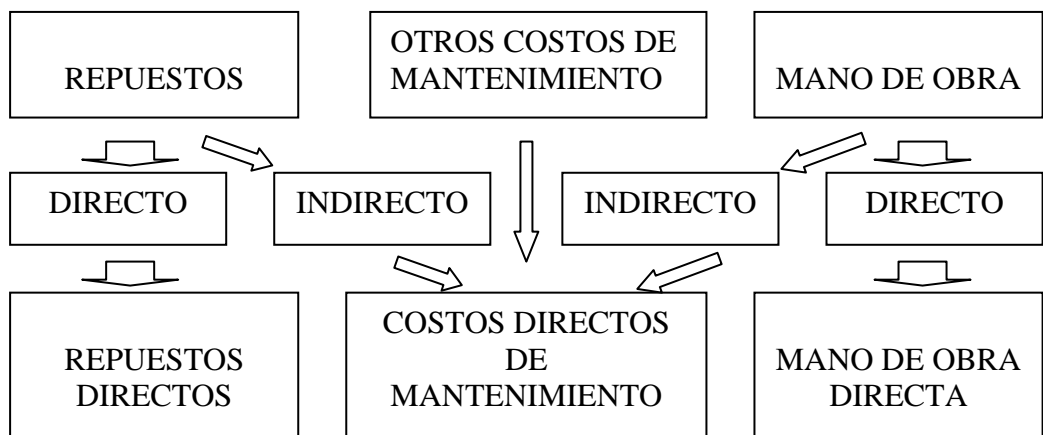
Debemos tratar de reducir al máximo el número de reparaciones, haciendo prioridad en el mantenimiento programado.

Figura 22. Universo de la función mantenimiento



Dentro de la Gestión de mantenimiento de flotas, tenemos además los costos indirectos, ver Figuras 23 y 24 que conviene tener desglosados, desde el personal técnico supervisor altamente calificado, las inversiones en equipamiento especial para el mantenimiento, hasta los cursos de capacitación del personal. Todos estos costos estarán justificados luego cuando demos los ahorros conseguidos por mejoras en los índices globales y costos totales.

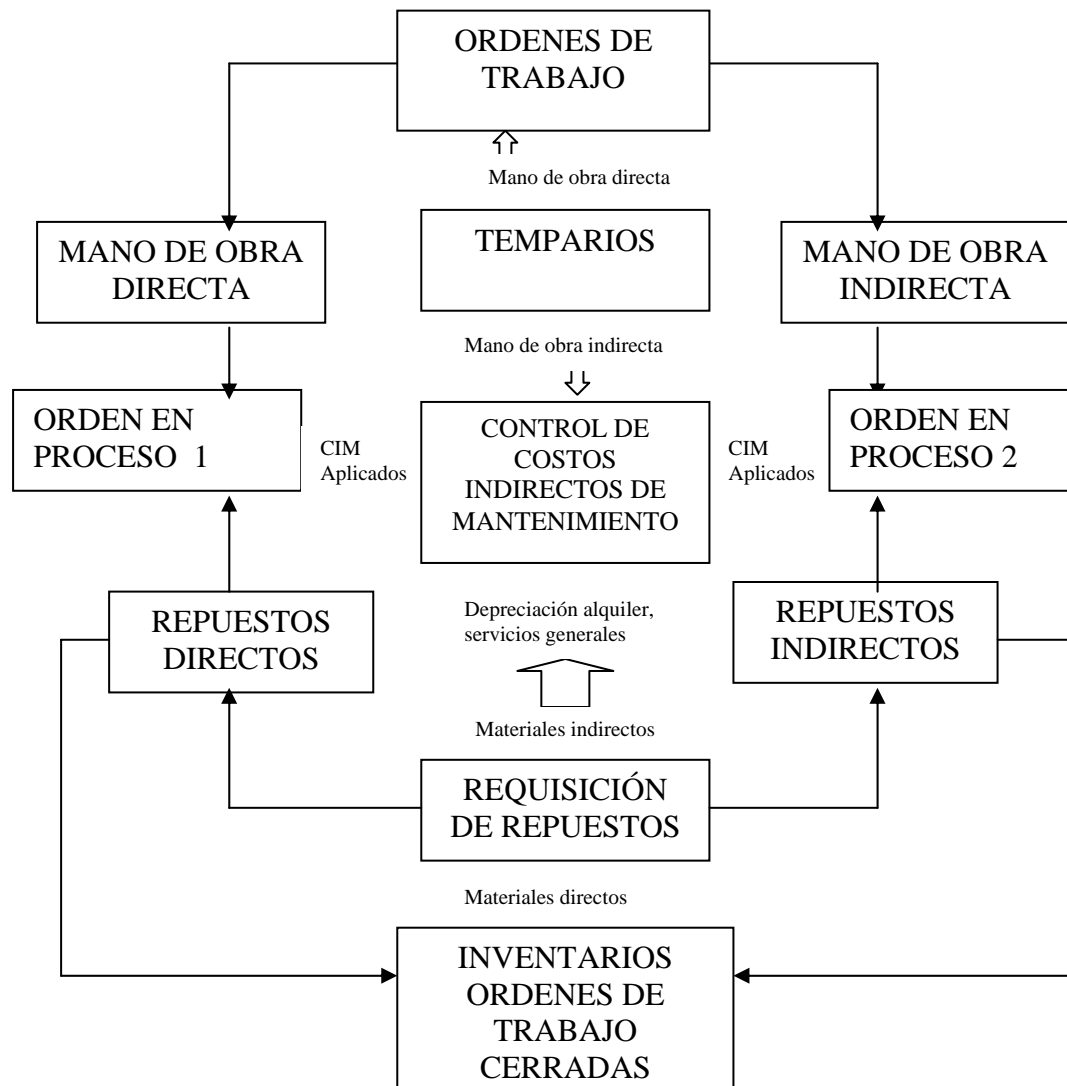
Figura 23 Elementos del costo de mantenimiento



Así mismo debemos incluir cifras que traten de cuantificar las pérdidas por accidentes, asuntos de los que también se encarga la Unidad de Mantenimiento. Para tener un panorama mas completo debemos incluir los costos financieros como los incurridos en el depósito de repuestos y otros.

Pero, por otro lado, los costos mas importantes, que son los que históricamente dan origen a la Unidad de Mantenimiento y maximizan el ahorro conseguido con una correcta administración, son las pérdidas generadas, por reparaciones en proceso o por mala calidad de las mismas, lucro cesante, amortizaciones, multas comerciales o defectos y fallas propias en los equipos

Figura 24. Flujo de costos para las órdenes de mantenimiento¹².

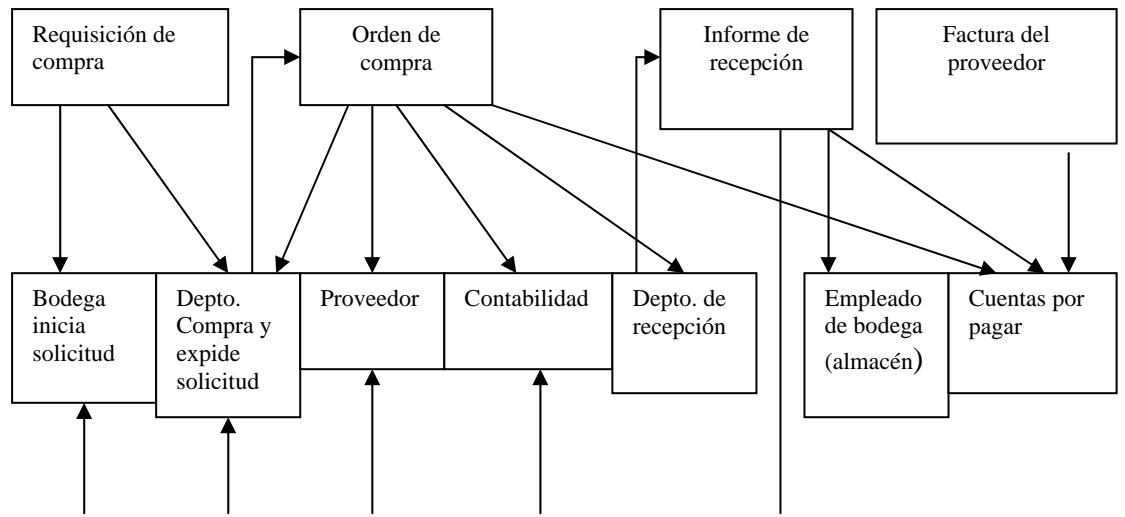


Pero, por otro lado, los costos mas importantes, que son los que históricamente dan origen a la Unidad de Mantenimiento y maximizan el ahorro conseguido con una correcta administración, son las pérdidas generadas, por reparaciones en proceso o por mala calidad de las mismas, lucro cesante, amortizaciones, multas comerciales o defectos y fallas propias en los equipos.

¹² Donde dice CIM, entiéndase Costos Indirectos de Mantenimiento.

Estos costos son difíciles de contabilizar porque están referidos a cada equipo o sujeto de mantenimiento y a su vez depende de la línea de reparación o mantenimiento. Ver Figuras 25, 26 y 27.

Figura 25. Ciclo de costo de los repuestos.



Son todos estos parámetros sumados los que establecen un valor monetario objetivo.

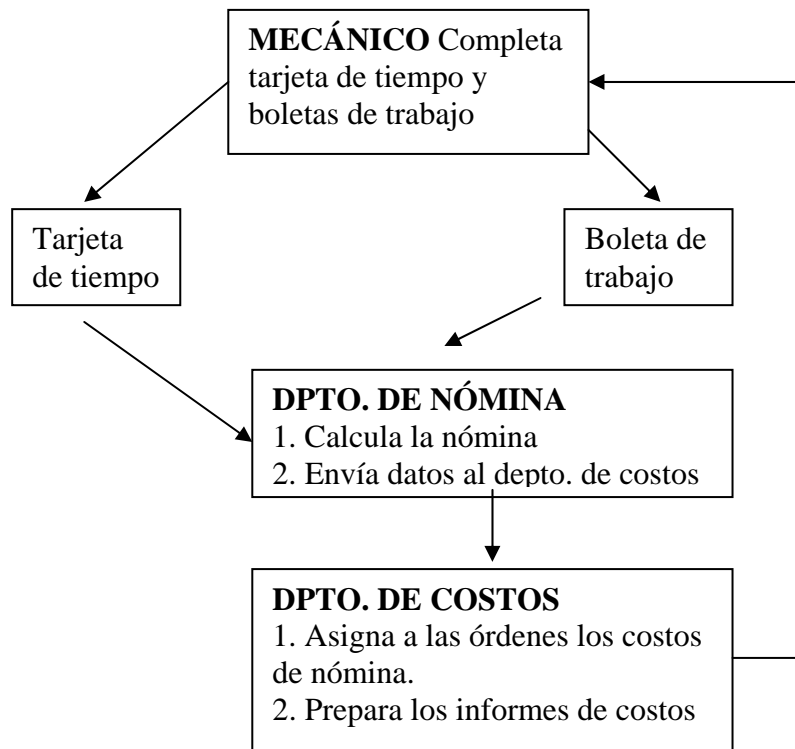
Lo que se pretende es ver como bajan la suma de todos estos costos a medida que por ejemplo cambiamos la intensidad del mantenimiento preventivo.

Pero para que todo esto tenga un significado y se aprecie la mejora en la gestión, no sirven los valores absolutos, aún hay que referenciarlos o expresarlos como índices, ya que lo más usual es que por razones de los negocios varíe la cantidad de producción, o las líneas de productos, lo que altera las necesidades de mantenimiento, nuestras cifras en lo posible tienen que independizarse de esa variación ajena, incluso deben servir como

índices para “benchmarking” entre empresas similares, hasta extranjeras.

Una forma es tomar como denominador el volumen de producción, pero puede haber otras según el tipo de empresa o lo que se desee controlar.

Figura 26. Ciclo de costo de la mano de obra



En el caso de empresas de transporte, como es el caso de este estudio, los costos se calculan por km. de operación de cada vehículo.

No se puede esperar el fin de un ejercicio para hacer un balance y encontrar cual es la posición de la empresa o de la actividad, se deben construir índices parciales para monitorear la eficiencia de algunos rubros puntuales como la gestión de mano de obra, etc.

Como se aprecia la Gerencia del mantenimiento, dependiendo del tipo de empresa, es más compleja requiriendo tiempo y recursos para implementarla y es una actividad que debe reajustarse permanentemente. Esta es otra razón por la cual se hace necesaria una herramienta robusta y potente para la gerencia del mantenimiento de flotas numerosas.

5.2 Unidades de medición de la gestión de mantenimiento

Como ya vimos debemos expresar todo con índices universales referidos a la producción. En este caso toma singular importancia la energía (combustibles).

Esto nos conduce a los siguientes puntos:

- El mantenimiento es responsable de los costos variables de la flota.
- El índice universal de medición es \$/Km.

Los costos variables de las flota, que como dijimos están bajo responsabilidad de la Unidad de Mantenimiento, son controlables y son cuatro:

- Combustibles y lubricantes (\$/Km)
- Gastos de mantenimiento
 - ✓ Inspecciones (\$/Km.),
 - ✓ Periódico (\$/Km.),
 - ✓ Correctivo (\$/Km.)
- Reparaciones (\$/Km.)
- Neumáticos (\$/Km.)

- Lucro cesante (\$/Km.)

Este índice (\$/Km.) tiene la valiosa propiedad de ser fácilmente desglosable, sumable etc. No solo en los cuatro rubros con las subdivisiones que se deseen a cada uno de ellos, sino también en cada tipo de vehículo, vehículos individuales o componentes principales del mismo, para compararlo con el promedio de la flota y de esta forma focalizar las causas de los sobrecostos con todo detalle.

El lucro cesante decíamos que mide la pérdida de producción por paradas imprevistas, cuestión que en la industria suele ser muy complejo contabilizar y en el caso de las flotas se puede cuantificar atribuyendo el valor de alquiler de un vehículo similar durante el tiempo de la reparación, agregando gastos de remolque, traspaso de carga, contrato incumplido y otros, según cada caso.

5.3 El control de los procesos y el mantenimiento.

El control de procesos toma en cuenta la medición y el análisis de las variables que determinan el funcionamiento de un proceso, así como la toma de decisiones y la ejecución de acciones de control para gobernar dicho proceso.

Aun cuando el control del proceso se realice con fines netamente operativos, siempre es posible capturar y almacenar información que puede ser eficientemente procesada con fines de mantenimiento, como es el caso del mantenimiento predictivo. Por otro lado, se acostumbra instrumentar máquinas y equipos de proceso con fines de adquirir datos con fines exclusivos de mantenimiento y como una tercera opción se puede automatizar las tareas del mantenimiento. Cualquiera sea la opción elegida, los elementos de hardware y

software necesarios no se diferencian en sus fines de los utilizados para el control de procesos convencional.

5.4 Optimización del mantenimiento en un taller

En general, la gestión del mantenimiento se caracteriza por dos comportamientos:

- La falta de información
- El exceso de información que polariza la función administrativa y no permite su análisis.

Para subsanar ambas situaciones, se establecen formatos que se describen a continuación.

5.4.1 Contenido mínimo de una orden de trabajo

De hecho, un formato único permite la gestión técnica por unidad.

El procesamiento de la orden de trabajo permite a la empresa conocer los siguientes datos:

- Costo de la mano de obra por vehículo
- Costo de las refacciones por vehículo
- Tiempo de inmovilización del vehículo

Por grupo de datos y por familia de vehículos, es posible determinar el costo global de mantenimiento del parque

El desglose de los costos tiene que estar hecho de la manera siguiente:

- Refacciones
- Mano de obra
- Llantas
- Lubricantes
- Servicios externos
- Inmovilizaciones (Lucro cesante)

5.4.2 Tablero de control (Ver Figura 27)

El tablero de control es una herramienta indispensable para cada ejecutivo que quiere manejar correctamente su centro de responsabilidad, es decir su taller de mantenimiento.

Lo ideal, es hacerlo cada mes con la acumulación de datos desde el inicio del periodo. En el caso de un tablero anual (control anual), el responsable sufre los costos y no puede actuar, sólo hasta el año siguiente. Con una periodicidad mensual, puede actuar de inmediato, evitar una variación del presupuesto y poner en marcha acciones correctivas concretas.

Figura 27. Tablero de mando del mantenimiento

TABLERO DE MANDO DEL MANTENIMIENTO									
Resultado del mes		1	Objetivo			2	Evolución		3
1 Recursos Humanos									
1.1 Productividad en recursos humanos									
Potencial horas hombre disponible	Horas afectadas a unidades	Horas afectadas a esas actividades	Tasa de productividad Tpr		Potencial horas de trabajo	Horas afectadas a vehículos	Tasa de productividad Tpo	Evolución de la tasa de productividad	
			$D=(B+C)/A$					Tpo-Tpr	

Continuación

Figura 28. Tablero de mando del mantenimiento. Continuación.

1.2 Ausentismo										
Efectivo de mantenimiento	Horas de presencia (Hp)			Ausencias pagadas (Ap)			Ausencias injustificadas sin pago (Ai)	Tasa de ausentismo (Ta)	Ta=Hp/(Ap+Ai)	
	Normales	Extras	Total	Accidente laboral	Enfermedad General	Ausencia autorizada				
2 Recursos Económicos										
2.1 Gastos de mantenimiento en Taller interno										
Preventivo (\$)		Correctivo (\$)		Total (\$)	Preventivo (\$)		Correctivo (\$)		Total (\$)	Discrepancia
Insumos	Mano de obra	Insumos	Mano de obra		Insumos	Mano de obra	Insumos	Mano de obra		R/Ob
2.2 Gastos de subcontratación Talleres externos										
Preventivo (\$)		Correctivo (\$)		Total (\$)	Preventivo (\$)		Correctivo (\$)		Total (\$)	Discrepancia
Insumos	Mano de obra	Insumos	Mano de obra		Insumos	Mano de obra	Insumos	Mano de obra		R/Ob
2.3 Total de gastos de mantenimiento										
3. Evolución de la naturaleza de las intervenciones										
3.1 Volúmen del mantenimiento										
Volumen de ordenes de T	Tiempo promedio por reparación			Volumen de ordenes de T	Tiempo promedio por reparación			Variación del volumen de Mmto		
M1	Tr=B/M			M2	Tr=B/M			M1-M2		
3.2 Tasa de mantenimiento preventivo										
Horas afectadas a vehiculos	% Preventivo (P)	% Correctivo C	Tasa de preventivo Tp (1)	Horas afectadas a vehiculos	% Preventivo (P)	% Correctivo C	Tasa de preventivo Tp (2)	Evolución del Mmto (1)-(2)		
			Tp=C/P				Tp=C/P			
3.3 Tasa de eficacia del mantenimiento (intervención en carretera)										
No. de arreglos en carretera		Tiempo promedio de intervención mecánica		No. de arreglos en carretera		Tiempo promedio de intervención mecánica		Variación		
3.4 Tasa de improductivos por mantenimiento (inmovilización vehicular)										
Horas de estancia en zona de responsabilidad de mantenimiento de este período				Horas de estancia en zona de responsabilidad de mantenimiento del período anterior				Variación		

Descripción del tablero de mando del mantenimiento:

- Indica el resultado del mes obtenido en los talleres este valor es obtenido en pesos.
- Indica el objetivo programado para ese mes, este valor también está definido en pesos.
- Evolución se obtiene de la diferencia entre el resultado del mes y el objetivo si este resultado es positivo indica una evolución favorable si es negativo está indicando un problema en la administración del taller

Productividad recursos humanos:

- Potencial de horas hombre disponible. Teóricamente un hombre trabaja 8 horas al día (una jornada de trabajo) durante 5 días (una semana) se tendrían 40 horas disponibles. Esto es 40 Horas-hombre por semana si se multiplica este valor por el número de técnicos del taller se tendría el número de horas hombres disponibles
- Horas afectadas a las unidades.- Es el número de horas utilizadas en las reparaciones de las unidades directamente aplicadas sobre los vehículos Ej. Reparación de alternador, quitar radiador, etc.
- Horas afectadas a esas actividades Es el número de horas utilizadas en la reparación pero no sobre la unidad Ej. Chequear marchas o alternadores cargar baterías, reparación de componentes fuera de la unidad, soldar radiador

Tasa de productividad (TP):

Se define como el cociente de la suma de las horas utilizadas en la reparación de la unidad entre el potencial de horas hombre disponible

6. ESTUDIO ECONÓMICO

6.1 Inversión

En el Anexo B, se presenta el cuadro comparativo de costos de inversión, para las diferentes alternativas de sistemas de ubicación y rastreo de vehículos, que se ofrecen en el mercado colombiano.

6.2 Estructura de costos

En el Anexo F, se muestra la estructura de costos por vehículo y para parte de la flota de TAXI CLUB DE COLOMBIA, para el año 2.003. De allí, se encuentra que los costos variables representan el 49% de todos los costos del vehículo y los fijos el 51%.

6.3 Análisis de costos del proyecto

Se hace un estudio de costos, bajo dos situaciones específicas: a) Sin la implementación del sistema de ubicación y rastreo vehicular, y b) Con la implementación del sistema. Para el primer caso, se toma la información real del mantenimiento de la flota de vehículos de TAXI CLUB DE COLOMBIA, durante un período de un año y medio.

En el segundo caso, se proyecta el “Programa de Mantenimiento” actual, a un año.

6.3.1 Análisis de costos sin la implementación del sistema

El cuadro de control (Ver Anexo D), muestra el comportamiento, durante un año y medio de los 12 vehículos, tanto de productividad como de costos. Esta evaluación se realizó entre enero de 2003 y mayo de 2004.

De la evaluación anterior, se obtiene que:

- La inversión en el vehículo fue de \$24.000.000 y se deprecia linealmente a cinco años, lo que equivale a un gasto por depreciación de \$400.000/mes-vehículo. Sin embargo, en el periodo de año y medio, el cupo del taxi, adquirido en \$6.000.000 se valorizó, cubriendo totalmente la depreciación del vehículo.

Lo anterior, significa que el paquete vehículo-cupo no se depreció en términos reales y por tanto, dicho costo no se tiene en cuenta, en el cálculo de los costos por kilómetro.

- El promedio de kilometraje para cada vehículo, trabajando 24 horas/día y 25 días/mes, fue de 12.000 Km./mes.
- Los días de lucro cesante durante los 17 meses fueron 60 días (Ver Anexo C).
- Los costos totales variables promedio, en la flota de vehículos estuvieron en el orden de \$4.923.358/año-vehículo, equivalentes a \$410.280/mes-vehículo (Ver Anexo B).

Los costos variables de la flota, corresponden a los costos de mantenimiento.

- Los costos totales fijos promedio, en la flota de vehículos fueron de \$5.145.756/año-vehículo, equivalentes a \$428.813/mes-vehículo (Ver Anexo B).

Los costos fijos de la flota, corresponden a costos administrativos (seguros, impuestos, frecuencia, etc.).

Con base en lo anterior, encontramos que los costos variables son del 49% y los fijos del 51%.

En consecuencia, el costo del mantenimiento por kilómetro sin la implementación del sistema ha sido:

$$\$410.280/\text{mes-vehículo} / 12.000 \text{ Km./mes-vehículo} = \$ 34,2 /\text{Km.}$$

6.3.2 Análisis de costos con la implementación del sistema

Se evalúan los costos considerando el sistema Avantrack (sistema SCADA que utiliza tecnología AVL de localización y rastreo de vehículos), el cual se recomienda y explica en el próximo capítulo.

La ventaja mas importante que se tiene con la implementación del sistema Avantrack es que la operación, y básicamente el mantenimiento se puede controlar de una mejor forma. Este nos permite realizar una Gerencia del Mantenimiento, basada en el mantenimiento programado. La recolección de los datos de operación mediante la telemetría y el posterior procesamiento de la información, nos permite, controlar de forma más rápida todos los datos que necesitamos para realizar una correcta gestión del mantenimiento.

Se sabe que con el sistema Avantrack instalado, se logra cumplir con el “Programa de Mantenimiento” de las Tablas 2 y 4, cambiando el mantenimiento correctivo y de apagar incendios por uno mas controlado.

De esta manera, se ha hecho el análisis de costos del “Programa de Mantenimiento”, arrojando los siguientes resultados (Ver Anexo E):

- Con el sistema el lucro cesante será menor, en tal sentido, se optimizará los costos por kilómetro. Sin embargo, como forma

de castigar el análisis, supondremos un recorrido mensual de 12.000 Km./mes, igual al anterior.

- Los costos totales variables por vehículo para el primer año son \$4.273.650 / año-vehículo, equivalente a \$356.138/mes-vehículo.
- Se asumen los mismos costos fijos que se calcularon para el caso en que no se implemente el sistema.

Aquí, los costos variables representan el 45% y los fijos el 55%.

En consecuencia, el costo del mantenimiento por kilómetro con la implementación del sistema ha sido:

$$\text{\$356.138/mes-vehículo} / 12.000 \text{ Km./mes-vehículo} = \text{\$ 29,7 /Km.}$$

De la comparación de los costos de mantenimiento sin la implementación del sistema y con la implementación del sistema, vemos como el ahorro de implementar el sistema sería de \$4,5 /Km.-vehículo.

De otro lado, con la implementación del sistema mejora la estructura de costos de TAXI CLUB DE COLOMBIA, al tener mayor control y disminución de sus costos variables.

7.3 Implementación futura de un sistema ERP

Cuando la flota de TAXI CLUB DE COLOMBIA, supere el número de 1.000 vehículos, se recomienda la implementación un sistema ERP. Sistema informático con el cual se pueden controlar variables, propias del mantenimiento de su flota de vehículos, junto con variables administrativas relacionadas con presupuesto, costos, compras, manejo de inventarios, control de proveedores, entre otros.

El sistema recomendado, le permite a TAXI CLUB DE COLOMBIA, controlar todas estas variables, partiendo de la base de una estructura de tecnología primaria: sensores de velocidad, sensores de kilometraje, sensores de estado apagado o encendido, sensores de ubicación, entre otros. Posteriormente pasando a una estructura de campo de trabajo: el sensor de velocidad debe estar relacionado con el sensor de kilometraje, y este a su vez con el de posición, igualmente el sensor de estado encendido y apagado debe estar relacionado con el sensor de ubicación. La siguiente fase es el control individual de cada uno de estos elementos, hasta llegar a grupos de control. Esta descripción es análoga a la mostrada en la Figura 18. Los grupos de control consisten en la integración en una unidad electrónica completamente sellada en cada vehículo, que envíe la señales al sistema de supervisión SCADA, para que de ahí en adelante, se pueda hacer uso de la información, hasta llegar a los niveles superiores de Administración y Planeación, con lo cual se estaría llegando a completar la pirámide jerárquica de los sistemas automatizados, tal y como se muestra en la Figura 16. De esta manera contamos con una excelente herramienta para realizar el control necesario por parte de la Gerencia de Mantenimiento de la flota de vehículos de TAXI CLUB DE COLOMBIA.

7.4 Subcontratar el sistema comunicación

Aunque según la bibliografía encontrada la mayoría de los autores recomienda utilizar tecnologías de localización por radiofrecuencia, la caída rotunda en los precios de los servicios de telecomunicaciones, así como la masificación y la globalización de la información, han hecho que cada día mas personas se beneficien de tecnologías mas avanzadas, la recomendación que se hace es utilizar tecnología con GPS. Igualmente, se recomienda que el proveedor de servicio, sea una empresa que funcione con licencia de operador de telefonía móvil, para de esta forma ahorrar más en los costos de intercomunicación, ahorros que de otra forma quedarían en manos de las empresas intermediarias.

En nuestro país existen empresas especializadas en ofrecer el servicio de ubicación y rastreo de vehículos. La mayor parte de ellas está enfocada hacia el rastreo de vehículos con objetivos de seguridad. Solo tres empresas AVL de Colombia, Avantel, y Ubicar, ofrecen servicios adicionales como son aplicaciones de Logística, control de flotas orientados hacia planeación y mantenimiento. Sin embargo debido a la gran competencia de mercado que se presenta hoy en día las demás están procurando adentrarse en el mundo de los valores agregados de este tipo de servicio. (Ver Anexo B).

7.4.1 Selección de empresa proveedora del servicio

De acuerdo al cuadro anterior, se ha decidido seleccionar a la empresa Avantel S.A. como proveedora del servicio de ubicación y rastreo vehicular para la empresa TAXI CLUB DE COLOMBIA.

Los criterios para dicha selección fueron los siguientes:

- Avantel ofrece servicio de localización vía GPS, en tiempo real e intermedio, así como sistema de localización vía radiofrecuencia.

- Ofrece alternativas como, ubicación del vehiculo, kilometraje, latitud, longitud
- Es el sistema más económico del mercado.
- Ofrece apoyo en el desarrollo de aplicaciones especiales, por ejemplo conectividad hacia un sistema CMMS.

7.4.2 Descripción del producto seleccionado (Ver Figura 29)

El producto que ofrece Avantel, se denomina Avantrack. Este es un sistema de localización basado en tecnología GPS, el cual permite generar información para identificar la posición geográfica de un usuario a partir de datos sobre longitud y latitud, brindando beneficios en materia de seguridad e inteligencia de negocios para las empresas, las cuáles podrán registrar dónde estuvieron o están sus activos.

Este permite organizar rutas mas rentables, optimizar el resultado de la fuerza de ventas, supervisar la entrega de pedidos, prevenir riesgos y generar estrategias de seguridad.

Figura 29. Unidad Avantrack



Unidades utilizadas

Las unidades utilizadas por los vehículos son i58sr, ensambladas con otras tarjetas que permitan realizar transferencia de datos, las

cuales poseen un receptor GPS incorporado, tienen capacidad de transmisión de datos y además pueden ejecutar aplicaciones J2ME (Java 2 Micro Edition). Con estas características, se puede conocer la posición del vehículo en tiempo real a través de Internet, mediante protocolo IP.

Funcionamiento de Avantrack

Los requerimientos para el funcionamiento del sistema son:

- Contar con unidades i58sr.
- Contratar el servicio Avantrack
- Instalar por parte de Avantel el software Avantrack (Trac2Me o Delivery2Me en las unidades del cliente.
- Se puede implementar en cualquier tipo de vehículo.

Para visualizar las posiciones a través de Internet:

- Poder ver la información de los móviles, en forma de reportes o mapas, el cliente debe disponer de un acceso a Internet, contratado con el proveedor de su preferencia.
- Avantel asigna las claves a cada empresa que adquiera Avantrack para poder ingresar al servidor y realizar las consultas.

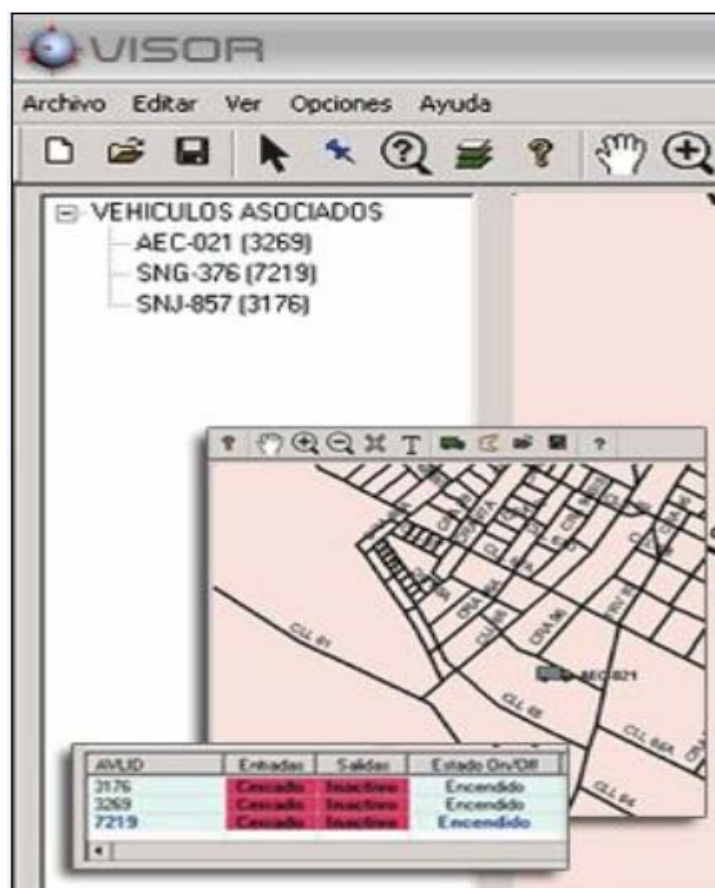
La unidad es capaz de calcular la posición, y después se puede utilizar en un archivo plano común y corriente, gracias a una aplicación J2ME, la cual es capaz de realizar lecturas internas del GPS de la unidad en conjunto con el servicio de transmisión de datos para poder llevar la información a un servidor para su almacenamiento y proceso.

Funcionalidades Avantrack

El sistema Avantrack, posee múltiples funcionalidades que facilitan el manejo de la aplicación y garantizan el control total de la operación. Algunas de ellas son (Ver Figura 30): Se observa el rastreo hecho a un vehículo donde se identifica el estado de encendido del motor.

- Consulta de bases de datos de usuarios que cuentan con el sistema GPS

Figura 30. Ejemplo de rastreo.



- Consulta de bases de datos de usuarios que cuentan con la autorización de ingresar al portal Internet

- Posibilidad de asociar móviles con GPS para conformar grupos determinados, con el fin de visualizarlos simultáneamente en el mapa.
- Posibilidad de conocer en detalle la localización de los móviles y el estado en que se encuentran (móvil detenido, en movimiento, fuera del área de jurisdicción).
- Datos sobre la fecha, hora, ubicación del móvil a nivel de direcciones, velocidad promedio de desplazamiento, orientación, número de satélites a los que tuvo acceso el sistema, distancia recorrida, etc.
- Selección de usuarios en el mapa
- Historia animada de la ruta seguida por un usuario
- Seleccionar un móvil determinado para asignarle tareas específicas de última hora.
- Envío de mensajes de texto a los móviles
- Registro de ingreso y/o salida de un móvil a una zona predefinida
- Definición de puntos geográficos estratégicos que son reconocidos por el sistema tales como puestos de control, sucursales, bodegas, oficinas entre otros (Geo-puntos). Ver Figura 31, donde se observa se observa el seguimiento realizado a una flota de vehículos de la empresa Transportes Rápido Pensilvana en la ciudad de Bogotá, D.C. Se referencia el punto de partida: Casablanca en Kennedy, y el punto de llegada: Germania. Se muestra la hora en que se inició el rastreo y la hora en que finalizó, así como las placas de los vehículos

Figura 31. Ejemplo de Geo-puntos en la ciudad de Bogotá.



- Selección de móviles en modo seguro, definición de perímetro y dirección de e-mail, para enviar el mensaje de alerta
- Posibilidad de visualizar y descargar varios tipos de reportes, entre otros, medición de kilometrajes, la variable fundamental en el mantenimiento.
- Preconfiguración de eventos definidos en las teclas de la unidad
- Creación y eliminación de usuarios del sistema

- Cambio de contraseñas

Cobertura del sistema

El servicio de localización está disponible en todas las ciudades en las que Avantel tiene cobertura. Además para la visualización de mapas y georeferenciación inversa, se ofrece cartografía detallada en las ciudades de Armenia, Barrancabermeja, Barranquilla, Bogotá, Buenaventura, Cartagena, Cali, Cúcuta, Ibagué, Manizales, Medellín, Montería, Neiva, Pasto, Pereira, Popayán, Santa Marta, Valledupar y Villavicencio.

Unidad i58sr

La unidad i58sr, integra en la misma unidad un dispositivos de localización geográfica satelital –GPS- de esta forma las empresas pueden registrar donde estuvieron los vehículos con el fin de determinar rutas mas rentables, optimizar los resultados de su fuerza de ventas, monitorear la entrega de pedidos, prevenir riesgos, generar estrategias de seguridad, o enviar alertas con solo oprimir un botón. Igualmente se puede controlar el apagado o encendido del motor. Esto significa que junto con la tecnología y asesoría prestada por Avantel, las empresas del país, podrán hacer inteligencia de negocios para lograr mayor productividad, eficiencia y rentabilidad.

Costo del servicio

La tarifa por cada usuario móvil de Avantrack es de \$55.000 mensual más IVA, y se puede adicionar a un plan de voz cualquiera (Ver Tablas 10, 11 y 12).

Tabla 10. Funciones principales de la unidad i 58sr

- Speaker phone
- GPS incorporado
- Permite correr aplicaciones de transmisión de datos
- Capacidad para grabar 250 contactos
- Capacidad para almacenar hasta 250 notas personales y de negocios
- Banda protectora que protege y permite un mejor agarre del equipo
- Agenda (phone book)
- Altavoz incorporado
- Directorio con capacidad máxima combinada de 250 nombres y números
- Personalización de la función de Estilos

El valor incluye el servicio de transmisión de datos que se requiere para conectar la unidad al servidor donde reside la información y el derecho a disponer de la información (reportes y mapas) a través de Internet. Incluye también la creación de la empresa y de los usuarios móviles de la misma en el sistema.

El valor de la unidad, si se quiere con un plan de voz se especifica a continuación

Tabla 11. Formato para compra de unidades i58sr

UNIDADES NUEVAS/USADAS							
Ref. Unidad	PLAN	CANTIDAD	PRECIO PUBLICO	DESCUENTO	PRECIO	IVA	TOTAL
i58sr							
I58sr							

Tabla 12. Formato para compra del plan

ESPECIFICACIONES DEL PLAN			
Plan corporativo	Cargo mensual	Comunicación Inmediata Avantel	Conexión Telefónica Avantel

Menú móviles con GPS

La base de datos contiene el nombre del móvil, el número de conexión telefónica de Avantel, El grupo de trabajo al que pertenece (ej. Flotas de buses, flotas de taxis, tractomulas, camiones), un hipervínculo que a las posiciones registradas por cada móvil, el estado de conexión, es decir si el equipo está corriendo correctamente la aplicación de localización en el teléfono o no, además del tiempo que lleva conectando al sistema y otro hipervínculo que nos lleva a información adicional de la unidad como el IMEI, frecuencia de actualización de la localización, etc.

Localización de móviles

Dentro de este menú de “móviles con GPS”, se ejecuta una de las tareas mas comunes de la aplicación que es la de conocer las últimas localizaciones de uno o varios móviles de una flota. En la pantalla inicial del menú puede hacerse una consulta rápida de la localización de un móvil con solo hacer clic en el hipervínculo de la columna ubicaciones con el texto clic. Con lo cual aparecerá una pantalla como se muestra a continuación:

Esta ventana presenta la información en modo texto con los siguientes datos:

- Móvil (Nombre de la unidad a la que se está haciendo referencia)
- Fecha (En la cual se extrajo la información)
- Hora (En la que se extrajo la información)
- Ubicación (Dirección donde estuvo el móvil)
- Precisión (Rango de error de localización en metros)
- Velocidad (Velocidad del móvil en el momento de extracción de la información).
- Dirección (Dirección cardinal den la que estaba moviendo el móvil en el instante de la toma del dato)
- Satélites (Número de satélites que se utilizaron para calcular la posición)
- Distancia (Recorrida por el móvil entre localización y localización).
- Velocidad promedio (Calculada entre localizaciones)
- Eventos (Motivo de generación del reporte ej: programado, error de GPS, teclas programadas, etc.)
- Kilometraje.

8. CONCLUSIONES.

- Existe una relación costo-beneficio bastante aceptable para la simulación realizada para un año de implementación del sistema.
- Se puede llegar a realizar una interventoría provechosa a la flota de vehículos de TAXI CLUB DE COLOMBIA, con una centralización automatizada de la información del Mantenimiento
- Se realizó una comparación entre las diferentes marcas del mercado de sistemas AVL, encontrando en Avantrack, la alternativa más rentable y versátil, por su costo y adaptabilidad a cualquier tipo de vehículos.

9. BIBLIOGRAFÍA

ALBARRACÍN AGUILLÓN, Pedro Ramón. Mantenimiento Predictivo. Análisis de Aceites. UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, Bucaramanga

NIETO POTES, Mauricio. Colombia, Análisis del Sector de las Telecomunicaciones. CINTEL. Bogotá: 1999.

NAVARRO, Luís. Gestión Integral de Mantenimiento. 1ª edición. España: Marcombo.

VARGAS ACEVEDO, Juan Carlos. El ABC del automóvil. Bogotá DC. 1.994. 206p.

PAGINAS DE INTERNET:

www.avantel.com.co: Sistema avantrack y sus beneficios.

www.transmilenio.gov.co: Página institucional, sobre beneficios del sistema de transporte masivo en Bogotá.

www.securitysystems.com: Sistemas de seguridad.

ANEXO A

Ejemplo típico de un sistema de control servomotor

En el siguiente ejemplo de control de un servomotor, el objetivo es que el servo motor realice el movimiento programado con precisión, controlando su posición y en consecuencia su velocidad y aceleración.

El siguiente es un esquema típico de un sistema de control de movimiento con servo motor sin escobillas:

Figura 1. Control de un servomotor



Controlador de movimiento: Para muchos "el cerebro del sistema"; se encarga de realizar el control de posición. El control de ésta variable lo realiza por medio de un algoritmo de control PID (con algunos filtros adicionales), el cuál debe ser sintonizado para el tipo de aplicación particular, con el fin, de mantener en todo momento el error de posición lo más cercano a cero posible.

Con base en los requerimientos del programa de aplicación, el controlador corrige el error de posición en cada periodo de actualización, modificando la señal de comando enviada al servo amplificador, al reaccionar el servo motor a ese cambio, modificará la señal de retroalimentación o posición real, la cuál será recibida por el controlador y que servirá para calcular nuevamente el error en el siguiente periodo de actualización y corregirlo nuevamente.

Este periodo de actualización es muy importante, así como cada uno de los elementos del sistema para lograr la precisión deseada, en los controladores Galil por ejemplo, esta corrección se repite cada 62.5 microsegundos.

Además de ésta función principal realiza otras como la coordinación de eventos externos por medio de entradas y salidas digitales y analógicas, la comunicación con el operador por medio de interfaces inteligentes o terminales, etc.

Servo amplificador o servo drive: Independientemente del tipo de tecnología que utilice (digital o analógica), el servo amplificador para motores sin escobillas es el encargado de realizar dos operaciones principales de gran importancia:

- Amplificación de señal: Amplifica y convierte la señal de referencia de $\pm 10\text{VDC}$, proveniente del controlador de movimiento en potencia entregada al motor, controlando voltaje o corriente dependiendo del modo de trabajo previamente configurado, velocidad o torque respectivamente.

- Conmutación electrónica: En base a la señal de retroalimentación recibida del sensor de posición, la cuál le indica la posición real de los imanes del rotor del servo motor, realiza la conmutación de las bobinas del estator del motor con alta frecuencia y eficiencia, para lograr mantener perpendicular las fuerzas del imán permanente del

rotor respecto a la fuerza producto del campo magnético de las bobinas del estator, con el objetivo de lograr la mayor repulsión posible y tener como resultado el mayor torque del motor en cualquier posición.

Además de estas dos funciones cuenta con protección para el servo motor y para el mismo, así como herramientas para el monitoreo de fallas de ambos.

Servo motor sin escobillas: Gracias a su diseño es un elemento perfecto para aplicaciones de alto rendimiento y precisión. Los imanes fabricados con el material magnético "niodio", son capaces de producir una fuerza muy grande, lo que da como resultado grandes torques en motores con dimensiones menores a los tradicionales; al instalarse estos imanes en el rotor se logró contar con un motor de baja inercia capaz de alterar su posición rápidamente, con lo que podemos lograr movimientos precisos, así como aceleraciones y desaceleraciones muy altas.

Al tener el bobinado en la carcasa se obtiene otra ventaja, que es la transferencia de calor mucho más rápida, logrando una eficiencia superior.

Estas y otras ventajas lo hacen un elemento vital en los sistemas de control de movimiento de alto rendimiento.

Sensor de posición: Este elemento típicamente está instalado dentro del servo motor y acoplado a su flecha. Tiene la tarea de "informarle" al controlador de movimiento la posición real de la flecha del motor en cada momento a bien, de "retroalimentar al sistema".

Típicamente se utiliza al resolver o encoder (señal analógica y digital respectivamente) como elemento de retroalimentación. En el caso de los sistemas con motores sin escobillas y resolver; la señal

analógica se envía al servo amplificador para realizar la conmutación electrónica de las bobinas del motor, esta señal de posición analógica se digitaliza en el servo amplificador y es enviada como señal de encoder al controlador de movimiento.

Este sistema que describimos puede sufrir diferentes variaciones de acuerdo al tipo de equipo manejado, por ejemplo en caso de utilizar un servo drive digital inteligente, éste elemento tomará las funciones del servo amplificador y el controlador de movimiento; o por ejemplo en sistemas multiejes, el controlador de movimiento manejará varias parejas de servo motor y servo amplificador (una por eje), y con esto podrá lograr movimientos coordinados, de maestro-esclavo, etc.

Una variación mayor la tienen los sistemas en lazo abierto como en el caso de los sistemas con motor a pasos en el que no se cuenta con señal de retroalimentación. Así el controlador calculará en base al programa de aplicación la señal necesaria para producir el movimiento requerido y enviará la señal al driver, el cuál la amplificará y entregará potencia al motor a pasos. Este tipo de sistemas puede ser seguro siempre y cuando la capacidad del motor y drive sean adecuadas para la aplicación y no existan alteraciones importantes en el sistema.

El siguiente es el esquema de este tipo de sistemas:

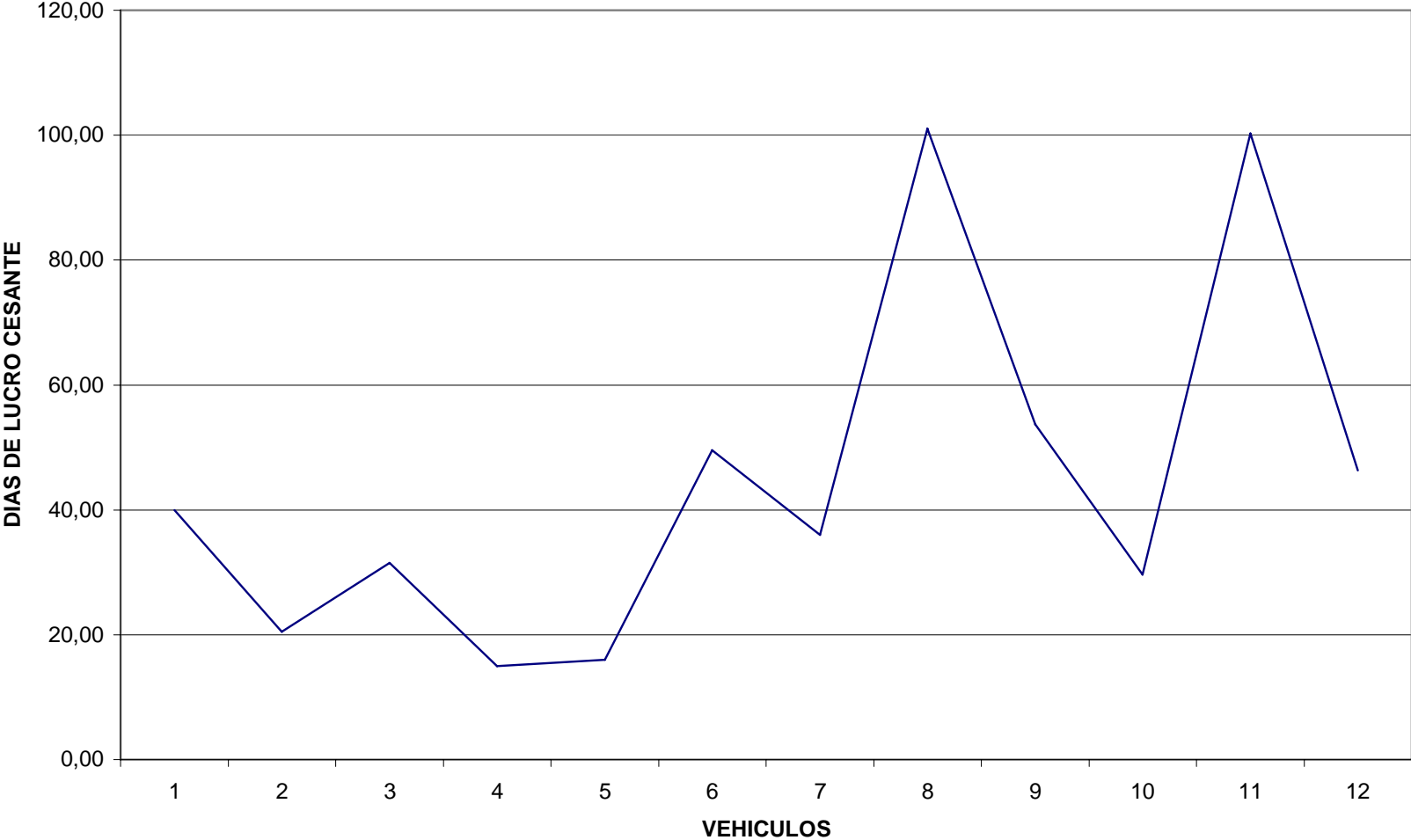
Figura 2. Esquema de un servomotor



ANEXO B. CUADRO COMPARATIVO DE DIVERSAS ALTERNATIVAS DE SISTEMAS DE UBICACIÓN Y RASTREO VEHICULAR, OFRECIDAS EN EL MERCADO COLOMBIANO.

EMPRESA	REPRESENTANTE DE MARCA	TIPO DE TECNOLOGIA USADA	TIPO DE RASTREO	COSTO INSTALACION DISPOSITIVO	COSTOS DE SERVICIO	FUNCIONES PRINCIPALES	FINANCIACION
TRACKER DE COLOMBIA	LOJACK	GPS RADIOFRECUENCIA	EN TIEMPO REAL	1.180.000 + IVA	55.000	UBICAR VEHICULO HURTADO Y RECUPERARLO	NO OFRECE
	SKYTRACK	GPS, CDMA	EN TIEMPO REAL	2.000.000 + IVA	82.000	GESTION LOGISTICA FLOTAS	
	STOPCAR	RADIOFRECUENCIA	EN TIEMPO REAL	1.150.000 + IVA	82.000	INMOVILIZACION EN FRIO O EN CALIENTE	
UBICAR	WIRELESS WERX	GPS SMS RADIO TRUNCKING RADIO CORTO ALCANCE	EN TIEMPO REAL, INTERMEDIO	1.792.000 + IVA	96.000	BOTON DE EMERGENCIA, BOTON DE APAGADO DE EQUIPO, MEDICION DE VELOCIDAD, MEDICION DE KILOMETRAJE, LATITUD LONGITUD	50% DE FINANCIACION DEL COSTO DEL EQUIPO
RM SECURITY PRODUCTS	MOTOROLA	RASTREO VIA RADIOFRECUENCIA	INTERMEDIO	800000 + IVA	65000	UBICACIÓN BOTON DE EMERGENCIA	NO OFRECE
RASTRACK S.A	ENFORA	GPS CDMA	INTERMEDIO	1 250. 000 (INCLUIDO IVA)	68000	UBICACIÓN BOTON DE EMERGENCIA	NO OFRECE
AVANTEL	AVANTRACK	GPS RADIO FRENCUENCI	EN TIEMPO REAL INTERMEDIO	800.000 + IVA OFRECE COMODATO (100000 ACTIVACION)	55.000 + IVA	UBICACIÓN VEHICULO, KILOMETRAJE, LATITUD, LONGITUD	OFRECE ENTREGADEL EQUIPO EN COMODATO, PAGANDO 100.000 de activacion.

ANEXO C COMPORTAMIENTO DEL LUCRO CESANTE



ANEXO D. CUADRO DE CONTROL DE TAXI CLUB DE COLOMBIA, INSPECCIÓN PARCIAL DE VEHÍCULOS

DESDE EL 14 DE ENERO DE 2003 HASTA MAYO 31 DE 2004																										
PLACA	TOTAL KM MAYO	KM / MES PROM.	CESANTE 2004	CESANTE TOTAL	PROMEDIO MES	NOVEDADES				OTRAS NOVEDADES											COSTOS VARIABLES PROMEDIO	C PR				
						N7	N8	N9	N11	A	AM	AX	B	BA	D	E	I	P	PT	R			T	TOTAL		
SIK995	186.633	12.041	6,50	40,00	799.511	2,0	3,0	1,0	1	1	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	13	306.759	
SIK994	189.523	12.227	17,50	20,50	851.090	2,0	2,5	1,0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	10	321.000		
SIK993	186.645	12.042	7,00	31,50	809.505	1,0	2,5	1,0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	8	360.279		
SIK992	196.261	12.662	12,00	15,00	821.240	3,0	2,0	1,0	0	1	0	0	4	0	2	1	0	1	0	1	1	1	17	375.726		
SIK990	187.838	12.119	12,00	16,00	947.476	1,0	2,0	2,0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	7	350.027		
SIK989	179.767	11.598	30,50	49,50	789.533	3,0	2,5	0,0	2	1	0	0	4	0	0	0	1	0	0	1	1	1	16	371.884		
SIK988	193.833	12.505	5,00	36,00	820.454	1,0	3,0	0,0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1	9	325.093			
SIK987	159.011	10.259	83,50	101,00	656.596	2,0	2,0	1,0	1	1	1	0	4	0	0	1	1	0	0	1	0	15	340.615			
SIK972	167.174	10.785	50,67	53,67	747.953	1,0	2,5	0,0	2	1	0	0	4	1	0	1	0	0	0	1	0	14	327.291			
SIK971	175.970	11.353	12,16	29,66	911.462	1,0	1,0	1,0	1	2	0	0	3	0	0	0	1	0	0	1	0	11	412.074			
SIK970	142.370	9.185	51,24	100,24	730.355	1,0	1,5	1,0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	495.380			
SIK867	177.791	11.470	28,35	46,35	736.689	2,0	2,5	1,0	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	11	391.526			
TOTAL PROMEDIO / TAXI		146.587	450,92	739,92	10.888.987	21,0	30	11	17	9	3	1	23	2	2	8	4	1	1	11	4	148	4.923.358	5		
PROMEDIO / KM		9.772	25,05	41,11	#REF!	1	2	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0		410.280			
		8.144																					34			

NOVENCIONES :	N7 : CORREA DE REPARTICION	AX : BRAZO AXIAL	P : RETIRAR PATIOS
	N8 : JUEGO DE LLANTAS	B : BUJIAS	PT : PUNTERA
	N9 : BATERIA	BA : CAMBIO DE BANDAS	R : RODAMIENTOS
	N11 : SINIESTROS	D : DIRECCION	T : TIJERA
	A : SISTEMA DE ACELERACION	E : KIT DE EMBRAGUE	% * : % RESPECTO AL MEJOR PROMEDIO DEL AÑO 2003 (G1)
	AM : AMORTIGUADOR	I : INYECTOR GASOLINA	

VEHICULO CON BUENA PRODUCTIVIDAD	26,3 % DE LOS VEHICULOS. INCLUYE LOS NUEVOS.	RECOMENDACIÓN :
VEHICULO CON PRODUCTIVIDAD INTERMEDIA	26,3 % DE LOS VEHICULOS	TOMAR CORRECTIVOS P
VEHICULO CON MALA PRODUCTIVIDAD	47,4 % DE LOS VEHICULOS. INCLUYE PERDIDAS TOTALES	VEHICULOS Y ENTRE SE CONDUCTORES

ANEXO E

COSTOS DE MANTENIMIENTO CON IMPLEMENTACION DEL SISTEMA AYANTRACK

MANTENIMIENTO PROGRAMADO	MESES												TOTALES	CAPACIDAD	VALORES UNITARIOS	COSTOS
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
ACEITE MOTOR (SH O SUPERIOR)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	3,1L (3/4 Gal)	\$ 9.100	\$ 163.800
FILTRO DE ACEITE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24		\$ 12.000	\$ 216.000
CORREA DE BOMBA DE AGUA Y ALTERNADOR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1		\$ 20.000	\$ 15.000
FILTRO DE COMBUSTIBLE	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2		\$ 22.000	\$ 33.000
CONDUCTOS DE COMBUSTIBLE: MANGUITOS Y C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		\$ 40.000	\$ -
CORREA DE DISTRIBUCION	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	3		\$ 50.000	\$ 112.500
TUBOS DE VACIO Y TAPA DE FILTRO DE COMBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1		\$ 10.000	\$ 7.500
MANGUITOS DE VENTILACION DE CARTER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1		\$ 10.000	\$ 7.500
FILTRO DE AIRE	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	4		\$ 20.000	\$ 60.000
BUJIAS	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	8		\$ 28.000	\$ 168.000
AMORTIGUADORES DELANTEROS	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2		\$ 85.000	\$ 127.500
AMORTIGUADORES TRASEROS	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2		\$ 65.000	\$ 97.500
LLANTAS	0	0	0	4	0	0	0	4	0	4	0	4	12		\$ 30.000	\$ 810.000
PASTILLAS	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24		\$ 35.000	\$ 630.000
SUSPENSION YALINEACION DE DIRECCION	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2		\$ 18.000	\$ 27.000
CAMBIO DE ACEITE DE CAJA	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	3		\$ 45.000	\$ 101.250
CAMBIO DE RODAMIENTOS DE CAJA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1		\$ 120.000	\$ 30.000
CAMBIO DE EMBRAGUE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1		\$ 300.000	\$ 225.000
REFRIGERANTE	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2		\$ 10.000	\$ 15.000
ACEITE CAJA DE CAMBIOS	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	2,45 L (0,64Gal)	\$ 35.000	\$ 52.500
LIQUIDO DE FRENOS	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	6		\$ 2.000	\$ 9.000
ZAPATAS, FRENOS, PINZAS	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	6		\$ 120.000	\$ 540.000
PAGO MENSUAL DEL SISTEMA AYANTRACK	63800	63800	63800	63800	63800	63800	63800	63800	63800	63800	63800	63800			\$ 765.600	\$ 765.600
KILOMETROS	12000	24000	36000	48000	60000	72000	84000	96000	1E+05	1E+05	1E+05	1E+05				
COSTOS TOTALES DE MANTENIMIENTO / YEHICULO - AÑO																\$ 4.273.650
COSTOS TOTALES DE MANTENIMIENTO / YEHICULO - MES																\$ 356.138
COSTOS TOTALES DE MANTENIMIENTO / KILOMETRO-YEHICULO																\$ 29,68

ANEXO F : SIK995 año 2003

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
PERIODO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
KM MES		20.406	13.598	13.194	13.709	12.593	11.730	11.574	4.992	-101.796	0	133.119	11.576
KMTOTAL		20.406	34.004	47.198	60.907	73.500	85.230	96.804	101.796			133.119	
COSTOS VARIABLES													
OTRAS NOVEDADES											N1	N1	N1
COSTO/OTRAS											5.000	117.200	
MANT. NORMAL	N2		N2	N2	N2	N2	N2	N2		N2	N2	N2	N2
COSTO/MANTENIM.	61.151		73.563	126.246	54.663	154.326	126.246	136.226		63.743	534.806	241.730	
MANT. REV. FRENO		N3	N3		N3	N3	N3	N3		N3			N3
COSTO/MANT.FRENOS		76.560	50.000		45.000	50.000	100.000	100.000		50.000			
MANT. PASTILLAS F.						N4				N4			N4
COSTO/MANT.PASTILL.						45.000				45.000			
MANT. ELECTROMEC.				N5	N5	N5		N5					N5
COSTO/MANT. E-M				100.000	50.000	50.000		50.000					
MANT. ALINEACION					N6								N6
COSTO/MANT. ALINEA.					20.000								
MANT. CORREA REP.								N7					N7
COSTO/MANT. CORR.								45.000					
MANT. LLANTAS					N8						N8		N8
COSTO/MANT. LLANT.					341.456						430.128		
MANT. BATERIA													N9
COSTO/MANT. BATER.													
MANT. SINCRONIZAC.													N10
COSTO/MANT. SINCR.													
SINIESTRO									N11	N11			N11
COSTO/DEDUCIBLE										332.000			1
DESCUENTO													
SUBTOTAL N	2	2	2	2	5	4	2	4	1	4			
SUBTOTAL \$	61.151	76.560	123.563	226.246	511.119	299.326	226.246	331.226	0	496.743	969.934	358.990	306.759
COSTOS FIJOS													
ADMINISTRACION	100.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	40.000	126.000	200.000	200.000	
SEG. TODO RIESGO	180.225	180.225	180.225	180.225	180.225	180.225	180.225	180.225	180.225	193.246	193.246	193.246	
IMPUESTOS					64.000								
TARJETA OPERACION										14.400			
FRECUENCIA							21.000	21.000	21.000		21.000		
CUOTA CREDITO													
ALISTAMIENTO													
SUBTOTAL \$	280.225	380.225	380.225	380.225	444.225	380.225	401.225	401.225	241.225	333.646	414.246	393.246	369.180
PRODUCCION BRUTA													
DIA PARADA E INICIO	14									11			
DIAS PICO Y PLACA	3	5	4	5	5	4	6	5	5	4	5	5	
DIAS TALLER Y OTROS				2					18	10	1,5	2	33,5
DIAS TRABAJADOS	14,5	23	27	23	26	26	25	26	7	17	23,5	24	22,8
PRODUCCION BRUTA	1.015.000	1.610.000	1.830.000	1.610.000	1.820.000	1.820.000	1.750.000	1.820.000	490.000	1.190.000	1.645.000	1.680.000	
INGRESOS NETOS													
PRODUCCION BRUTA	1.015.000	1.610.000	1.830.000	1.610.000	1.820.000	1.820.000	1.750.000	1.820.000	490.000	1.190.000	1.645.000	1.680.000	
MENOS COSTOS V.	61.151	76.560	123.563	226.246	511.119	299.326	226.246	331.226	0	496.743	969.934	358.990	
MENOS COSTOS F.	280.225	380.225	380.225	380.225	444.225	380.225	401.225	401.225	241.225	333.646	414.246	393.246	
INGRESOS NETOS	673.624	1.153.215	1.386.212	1.003.529	864.656	1.140.449	1.122.529	1.087.549	248.775	359.611	260.820	927.764	
INGRESOS PROME	1.347.248	1.217.893	1.285.220	1.204.737	1.129.164	1.131.215	1.129.879	1.124.235	1.021.240	951.595	885.807	889.455	
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO

ANEXO F : EVALUACION ANUAL

MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	PROMEDIO
KM ACUMULADO	1.136	16.112	24.510	33.008	42.030	55.621	62.167	77.483	80.134	8.346	8.863	119.853	10.423
COSTOS VARIABLES													
SUBTOTAL \$	45.888	162.583	186.215	267.881	311.461	621.900	388.278	319.636	290.566	480.858	372.437	769.527	351.441
COSTOS FIJOS													
SUBTOTAL \$	253.266	363.870	354.350	363.403	388.880	345.306	363.087	375.123	345.721	400.380	380.715	374.647	353.663
PRODUCCION BRUTA													
TOTAL SINIESTROS													9
DIAS TALLER Y OTRO	3	3	10	31	41	35	13	17	34	26	47	55	27
DIAS TRABAJADOS	268	403	402	375	353	356	347	350	293	316	290	291	351
PRODUCCION BRUTA	1.042.222	1.657.353	1.758.750	1.640.625	1.647.333	1.659.000	1.732.500	1.750.000	1.575.000	1.701.538	1.561.538	1.564.231	1.677.399
INGRESOS NETOS													
INGRESOS NETOS	743.063	1.130.300	1.217.585	1.009.335	946.993	691.193	975.135	1.055.241	938.713	820.300	808.326	420.057	935.378
INGRESOS PROME	1.336.318	1.200.287	1.215.642	1.158.231	1.124.022	1.045.191	1.035.237	1.037.904	1.017.294	996.558	978.631	930.059	1.089.614
MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	PROMEDIO

SE COMPARAN PARA TODOS LOS VEHICULOS LOS MESES 1, 2, 3, ETC., ES DECIR, SE TIENEN EN CUENTA QUE EL MES 1, POR EJEMPLO, PARA UNOS FUE ENERO, MIENTRAS QUE PARA OTROS FUE EN MAYO, O AGOSTO U OTRO MES DEL AÑO, TAL COMO EL YDA571 CUYO MES 1 ES DICIEMBRE.

CADA SEIS MESES HAY UN PICO ALTO EN LOS COSTOS VARIABLES. SE PODRIA PROPONER LLEVAR TAL COSTO VARIABLE A UN COSTO FIJO DE \$350.000 MENSUALES, EL CUAL DEBERA CUBRIR TODO MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO Y DEDUCIBLES HASTA POR DOS SINIESTROS AL AÑO POR VEHICULO

LA MAYOR INCIDENCIA EN LOS COSTOS FIJOS ES EL COSTO DEL SEGURO TODO RIESGO Y EL COSTO DE ADMINISTRACION. HAY QUE EVALUAR EL NIVEL DE SINIESTRALIDAD CON LAS COMPAÑIAS ASEGURADORAS, CON MIRAS A BUSCAR UN VALOR MAS COMPETITIVO DE LA POLIZA DE SEGUROS

AQUÍ NO SE PRESENTA EL TIEMPO QUE LOS VEHICULOS NO TRABAJARON POR ESTAR EN EL TALLER Y OTRAS CIRCUNSTANCIAS COMO DIAS DE SEMANA SANTA, NAVIDAD Y AÑO NUEVO, PERO SE OBSERVA EN LOS CUADROS POR VEHICULO QUE HUBO TAXIS QUE ESTUVIERON HASTA MAS DE 30 DIAS PARADOS AL AÑO. CREO QUE EN ESTE PUNTO HAY QUE ENTRAR A EVALUAR CASO POR CASO CON SERVITAXI Y NO BASARNOS EN PROMEDIOS GENERALES, PUES ES LA OPORTUNIDAD DE ENCONTRAR ERRORES O IMPREVISIONES DEL CONDUCTOR, LA ADMINISTRADORA U OTROS. ES DECIR, HAY QUE EVALUAR CON SERVITAXI Y LOS CONDUCTORES ESOS TEMAS Y FIJAR CORRECTIVOS Y METAS A ALCANZAR.

COMO SE OBSERVA EL PROMEDIO DE PRODUCIDO MENSUAL ES DE APROXIMADAMENTE \$1.090.000. ES PREOCUPANTE LA MANERA LINEAL COMO LOS PRODUCIDOS MENSUALES VIENEN CALLENDO Y LOS COSTOS FIJOS TIENEN TENDENCIA HACIA EL ASCENSO, A ESE PASO LOS VEHICULOS QUE ESTAN CON CREDITO A PENAS ALCANZARIAN A CUBRIR SOLO LA CUOTA DEL BANCO, HACIENDO RIESGOSO EL TEMA FINANCIERO. AQUÍ NUEVAMENTE NACE LA NECESIDAD DE NEGOCIAR CON SERVITAXI ALREDEDOR DE LOS COSTOS VARIABLES Y CON LAS ASEGURADORAS, PREFERIBLEMENTE COLSEGUROS, EL VALOR DEL SEGURO.

VER INGRESOS NETOS : SE CALCULA SUMANDO TODOS LOS INGRESOS NETOS DE CADA VEHICULO PARA MES 1, 2 Y ASI SUCESIVAMENTE Y SE DIVIDE SOBRE EL NUMERO DE VEHICULOS. COMO SE VE EL MES 1, GENERALMENTE DE 15 DIAS, ES EL DE MAYOR PRODUCCION, A PARTIR DE ALLI LA PRODUCCION SE MANTIENE HASTA EL MES 3, A PARTIR DE DONDE LA PRODUCCION COMIENZA A CAER, SIENDO LOS PICOS MAS BAJOS Y DE MAYOR INCIDENCIA EN LA CAIDA LINEAL DE LA PRODUCCION PROMEDIO, LOS MESES 6 Y 12, TAL VEZ POR LOS CAMBIOS DE LLANTAS Y LAS REVISIONES TECNICO MECANICAS EXIGIDAS POR EL DISTRITO PARA CADA AÑO DE TRABAJO DEL VEHICULO. EL PROMEDIO DE LOS INGRESOS NETOS POR AÑO ES DE \$935.378, MUY DIFERENTE AL PROMEDIO ACUMULADO QUE SE MUESTRA MAS ABAJO COMO INGRESOS PROMEDIO Y QUE NOS DIO \$1.089.614, ASPECTO QUE SE PODRIA EXPLICAR POR LA APROXIMACION DE PRODUCCION MENSUAL QUE SE HIZO PARA EL MES 1, EN LOS CUADROS DE CADA TAXI.