

INTRODUCCIÓN A LA GESTIÓN DE FLOTAS DE VEHÍCULOS



José Miguel Fernández Gómez ha desarrollado este libro para compartir la experiencia y el conocimiento adquirido durante su carrera laboral y académica en el ámbito de la gestión de las flotas de vehículos.

Soy el director de Advanced Fleet Management Consulting, nuestra compañía suministra servicios de consultoría avanzada en gestión de flotas de vehículos. Visita nuestra Web para conocer nuestros servicios y Blog, también nos puedes seguir en las redes sociales como LinkedIn, Facebook y Twitter.

Anteriormente trabaje en INSEAD (Francia), una de las mejores escuelas de negocio del mundo, realizando actividades de consultoría e investigación en un proyecto para la organización de refugiados de Naciones Unidas (UNHCR), optimizando el tamaño y la gestión de las actividades de la flota de vehículos, que tiene esta organización repartida por todo el mundo (6.500 vehículos), también fui gestor de flota de 1.000 vehículos en una compañía de limpieza viaria.

Soy Doctor Ingeniero Industrial por la Universidad Politécnica de Madrid, mención internacional, ya que realice estancias de investigación en la Universidad de Liverpool (UK) y en el Royal Institute of Technology-KTH (Suecia). Realizo investigación en la optimización de las actividades de la gestión de flotas de vehículos, y he desarrollado algunos modelos que he publicando en congresos internacionales de organización industrial.

Si quieres contactar con nosotros escríbenos al siguiente correo electrónico: info@advancedfleetmanagementconsulting.com

Este libro esta registrado en

safe creative 
REGISTRO DE PROPIEDAD INTELECTUAL

nº 1603106840113.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN A LA GESTIÓN DE FLOTAS DE VEHÍCULOS	7
2. POLÍTICA DE GESTIÓN DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS	11
2.1. DIRECTRICES GENERALES	14
3. COSTES DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS	20
3.1. COSTES FIJOS DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS	23
3.1.1. <i>Costes de capital</i>	23
3.1.2. <i>Costes de operación</i>	23
3.2. COSTES VARIABLES DE OPERACIÓN DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS.....	25
3.2.1. <i>Costes ineludibles</i>	25
3.2.2. <i>Costes eludibles</i>	25
3.3. CONTROL DE COSTES DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS	27
4. CÁLCULO DEL NÚMERO ÓPTIMO DE VEHÍCULOS DE LA FLOTA.....	30
4.1. NIVEL DE SERVICIO Y SUS COSTES DIRECTOS ASOCIADOS.....	31
4.1.1. <i>Caso teórico-práctico</i>	31
4.1.2. <i>Conclusiones del caso teórico-práctico</i>	40
4.2. NÚMERO ÓPTIMO DE VEHÍCULOS DE LA FLOTA	42
4.3. CÁLCULO DEL NÚMERO ÓPTIMO DE LOS VEHÍCULOS DE LA FLOTA.....	44
4.3.1. <i>Tipos de flotas de vehículos</i>	44
4.3.2. <i>Rutas planificadas</i>	46
4.3.3. <i>Demanda aleatoria de los vehículos de la flota</i>	48
4.3.4. <i>Un conductor/usuario/actividad asignado a un vehículo de la flota</i>	55

5. ADQUISICIÓN DE LOS VEHÍCULOS DE LA FLOTA.....	58
5.1.1. <i>Modalidad de adquisición de los vehículos de la flota.....</i>	59
5.1.2. <i>Elección de las marcas y gama de los vehículos de la flota.....</i>	61
5.1.3. <i>Elección del tipo de equipamiento de los vehículos de la flota.....</i>	64
5.1.4. <i>Elección del tipo de combustible de los vehículos de la flota</i>	65
5.1.5. <i>Elección del tipo de seguro de los vehículos de la flota</i>	68
5.1.6. <i>Elección de los proveedores de los vehículos de la flota</i>	69
5.1.7. <i>Factores organizativos.....</i>	70
6. OPERACIÓN DE LOS VEHÍCULOS DE LA FLOTA	72
6.1.1. <i>Gestión del mantenimiento de los vehículos de la flota</i>	73
6.1.2. <i>Gestión y análisis de las averías de los vehículos de la flota.....</i>	74
6.1.3. <i>Gestión de los recambios de los vehículos de la flota.....</i>	76
6.1.4. <i>Control y reducción del consumo de combustible de los vehículos de la flota</i>	78
6.1.5. <i>Elección, control y seguimiento de los neumáticos de los vehículos de la flota</i>	81
6.1.6. <i>Prevención y reducción de los accidentes de tráfico de los vehículos de la flota ..</i>	85
6.1.7. <i>Utilización de talleres propios o externos de los vehículos de la flota</i>	91
7. RETIRADA DE LOS VEHÍCULOS DE LA FLOTA DEL SERVICIO	93
7.1.1. <i>Política de renovación de los vehículos de la flota.....</i>	94
7.1.2. <i>Canales de venta de los vehículos de la flota</i>	99
7.1.3. <i>Proveedores externos de venta de los vehículos de la flota</i>	100
7.1.4. <i>Tiempo máximo de venta de los vehículos retirados de la flota</i>	101
8. SISTEMA DE INFORMACIÓN DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS.....	102
8.1.1. <i>Cuadro de mando de la flota de vehículos.....</i>	105
8.1.2. <i>Análisis de datos de la flota de vehículos</i>	109
9. COMO MEDIR LA GESTIÓN DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS.....	112
9.1. <i>VARIACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y LOS COSTES DIRECTOS</i>	114

9.1.1. Nivel de servicio	114
9.1.2. Costes directos.....	114
9.2. METODOLOGÍA PROPUESTA.....	120
9.2.1. Corto plazo.....	122
9.2.2. Largo plazo.....	128
9.2.3. Análisis de los resultados	128
9.3. EJEMPLO PRÁCTICO	137
9.3.1. Periodo P_1	137
9.3.2. Periodo P_2	142
9.3.3. Periodo P_3	146
9.3.4. Análisis de los resultados	150
9.3.5. Conclusiones.....	154
10. CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LOS VEHÍCULOS DE LA FLOTA.....	156
10.1. INFORMACIÓN A REGISTRAR DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS	158
11. SERVICIOS AUXILIARES DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS	160
12. OUTSOURCING Y ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA GESTIÓN DE LA FLOTA	162
12.1. OUTSOURCING DE LA GESTIÓN DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS	163
12.2. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS.....	167
13. SOFTWARE DE GESTIÓN DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS.....	168
14. SERVICIOS TELEMÁTICOS DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS	173
15. FLOTA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	178
16. ANEXO.....	185
16.1. APARTADO 4.1.1.: CASO TEÓRICO-PRÁCTICO	186

16.2. APARTADO 9.3.: EJEMPLO PRÁCTICO	187
16.2.1. <i>Periodo P_1</i>	187
16.2.2. <i>Periodo P_2</i>	189
16.2.3. <i>Periodo P_3</i>	193
17. REFERENCIAS	197

1. INTRODUCCIÓN A LA GESTIÓN DE FLOTAS DE VEHÍCULOS

La gestión de una flota es la utilización de un conjunto de vehículos con el objetivo de prestar un servicio a un tercero o realizar una actividad en una organización, de la forma más eficiente y eficaz cumpliendo con un determinado nivel de servicio y coste.

La gestión de una flota de vehículos es un aspecto clave para el desarrollo de la estrategia general de una organización, y por lo tanto ha de ser diseñada e implementada a partir de las directrices de la misma, y las características y objetivos de la organización.

Para unas organizaciones la gestión de su flota de vehículos es la principal actividad de su cadena de valor, y supone su mayor activo para prestar un servicio. Este es el caso de compañías de transporte de viajeros y mercancías por carretera, alquiler de vehículos, empresas de *renting*, taxis, mensajería, paquetería o los servicios de limpieza viaria y recogida de basuras prestados por los ayuntamientos.

Para otro tipo de organizaciones es una actividad soporte de su actividad principal, o una forma de gratificar a sus directivos suministrándoles un vehículo para su uso particular. Este es el caso de compañías con comerciales (farmacéuticas, tecnológicas etc.), aeropuertos, supermercados u organizaciones no gubernamentales.

Existen tres tipos de categorías de flotas de vehículos, y que son las siguientes; las que realizan rutas planificadas; las que tienen una demanda aleatoria de los vehículos; y las que tienen asignado un vehículo a un conductor/usuario o a una actividad a realizar de forma permanente.

Cada tipo de categoría de flota tiene una operativa y características diferentes, así mismo existen multitud de variables y factores involucrados en la gestión de una flota de vehículos, haciendo que cada flota de vehículos sea única y diferente, y se llegue a la mejor solución factible para la gestión de la misma.

El objetivo del presente documento es proponer una metodología y suministrar una visión global para la gestión de cualquier flota de vehículos a través de sus factores clave y de todas las actividades involucradas en la misma mostradas en el gráfico 1.



Gráfico 1: Actividades de la gestión de una flota de vehículos. Fuente propia

Hay cinco actividades principales en la gestión de una flota de vehículos y son:

1ª El diseño y la implantación de la política, la cual debe contener las directrices de la gestión de la flota de vehículos

2ª El cálculo del número óptimo y las capacidades de los vehículos y las rutas si la hubiera

3ª La elección del tipo, las marcas, el equipamiento y la forma de adquisición de los vehículos

4ª La operación de los vehículos como la gestión del mantenimiento, los accidentes de tráfico etc.

5ª El diseño de la política de retirada de los vehículos y su canal de venta

Estas cinco actividades tienen tres actividades soporte como son:

1ª El control y seguimiento para conocer el estado, donde están y quien utiliza los vehículos

2ª El cuadro de mando análisis de mando y reporte, debido a que durante las actividades de adquisición, operación y retirada se genera información relevante que debe ser analizada para la toma de decisiones, conocer el estado y evolución de la gestión de la flota

3ª Los servicios auxiliares que han de realizarse para cumplir principalmente con la legalidad vigente en el país donde opera la flota como la gestión de las multas, la inspección técnica de los vehículos, los accidentes etc.

Además de las actividades mencionadas, la gestión de la flota esta compuesta por los procesos, la estructura organizativa, el personal, las instalaciones, el *software* y *hardware* necesario.

El presente documento es una introducción a la gestión de flotas de vehículos, por lo que cada actividad descrita, se puede desarrollar y extender con más profundidad, así mismo cada flota de vehículos es única y diferente, y por lo tanto la metodología propuesta en este documento hay que adaptarla a las características, operativa y objetivos de cada flota.

Las actividades de mayor valor añadido en la gestión de una flota de vehículos son: el diseño de la política de la gestión de la flota de vehículos, el cálculo óptimo del tamaño de la flota de vehículos, la operación de los vehículos y el cuadro de mando y análisis de datos, y por lo tanto estas actividades en este documento están más desarrolladas que el resto de las actividades.

En los siguientes capítulos se explicará en detalle cada una de las actividades del gráfico 1, y los principales aspectos clave para la gestión de una flota de vehículos de la forma más eficiente y eficaz cumpliendo con un determinado nivel de servicio y coste.

2. POLÍTICA DE GESTIÓN DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS

El punto de partida para la gestión de la flota de vehículos es el diseño e implantación de su política, estableciendo unas directrices de actuación y una planificación a largo plazo, con el objetivo de desarrollar la estrategia general de la organización y conseguir la mayor eficiencia y eficacia posible para un determinado nivel de servicio y coste.

La dirección de la organización debe diseñar, desarrollar e implementar la política de la gestión de la flota a partir de las directrices de la estrategia general de la organización, y debe respaldar, hacer cumplir y comunicar esta política a todas las personas involucradas en la gestión de la flota. Muy frecuentemente la ausencia y una política ambigua o poco desarrollada es el origen de una gestión de la flota de vehículos no satisfactoria.

A continuación se exponen algunas políticas de gestión de una flota en diferentes tipos de organizaciones.

- Una organización en la que una de las directrices de su estrategia general es el respecto al medioambiente, su flota de vehículos tiene que estar compuesta por los vehículos que menos contaminen en el mercado, como son los vehículos eléctricos, híbridos o de hidrógeno
- Una organización dedicada al alquiler de vehículos de bajo coste, su flota de vehículos tiene que estar compuesta por vehículos de baja gama y con unos pocos modelos para elegir, al contrario una organización dedicada al alquiler de vehículos dedicada a clientes con alto poder adquisitivo su flota de vehículos estará compuesta de vehículos de alta gama
- Una organización en la que una de las directrices de su estrategia es la seguridad de sus conductores y clientes, su flota de vehículos tiene que estar compuesta por vehículos con el máximo de equipamiento y la última tecnología en seguridad
- Una organización logística de reparto de mercancía o transporte de pasajeros en la que su estrategia es ser la organización que menos tiempo emplea en realizar el servicio del mercado en el que opera, tiene que tener el número óptimo de vehículos para realizarlo

- Una organización en la que una de las directrices de su estrategia es que los vehículos de la flota es un medio para incrementar la imagen de marca, su flota de vehículos tiene que estar compuesta de vehículos de alta gama

2.1. DIRECTRICES GENERALES

La política de gestión de la flota de vehículos debe contener las siguientes directrices generales, las cuales deben ser revisadas y actualizadas cada cierto periodo de tiempo y deben adaptarse a las características, operativa y objetivos de la flota.

- Política de la flota de vehículos
 - Establecer quienes son los responsables del diseño e implementación de la política de la gestión de la flota
 - Comunicar la política a todas las personas involucradas en la gestión de la flota
 - Establecer el periodo de tiempo en el cual la política de la gestión de la flota es revisada y actualizada
- Presupuesto y costes de la flota
 - Establecer y controlar el presupuesto de la flota
 - Identificar y clasificar los costes de la flota
 - Establecer un sistema de información para el control de costes de la flota
 - Diseñar, implementar y analizar los ratios económicos-financieros de la flota
- Cálculo óptimo del número de vehículos de la flota
 - Establecer el nivel de servicio que la organización prestará
 - Establecer el límite máximo de la distancia a recorrer por vehículo
 - Establecer el límite máximo de los costes variables de operación

- Establecer como calcular el número óptimo de vehículos de la flota (utilizar un software específico u otro medio), las variables a minimizar (combustible, distancia recorrida o tiempo de servicio), las capacidades de los vehículos y las rutas si las hubiera
- Identificar el patrón de comportamiento de la flota
- Adquisición de los vehículos
 - Establecer la modalidad de adquisición de los vehículos: en propiedad, régimen de *leasing/renting*, *car sharing* o una forma mixta de ambas
 - Establecer que tipo de vehículos adquirir: combustible fósiles, híbridos, eléctricos, hidrógeno o gas natural o una composición mixta de cada uno de ellos
 - Establecer la edad máxima o el kilometraje máximo de los vehículos que se adquieren en la modalidad de segunda mano
 - Establecer si se adquieren vehículos de la gama *premium* o de otro tipo
 - Establecer y estandarizar que marcas, modelos de vehículos y equipamiento adquirir
 - Establecer el tipo de seguro: a todo riesgo, con franquicia o a terceros
 - Establecer los proveedores de los vehículos
 - Establecer el canal por el cual se adquieren los vehículos
 - Establecer una central de compras
- Operación de los vehículos
 - Redactar y establecer el manual de operaciones de la flota

- Diseñar y establecer la planificación del mantenimiento
 - Establecer que vehículos tienen prioridad para la realización del mantenimiento y la reparación de las averías
 - Diseñar y establecer el análisis y la gestión de las averías
 - Establecer que tipo de recambios utilizar: oficiales o alternativos
 - Diseñar y establecer el sistema para el control y reducción del consumo de combustible
 - Elección, control y seguimiento de los neumáticos
 - Establecer que tipo de neumáticos adquirir: *premium* o de bajo coste
 - Diseñar y establecer la política para la prevención y reducción de los accidentes de tráfico y el periodo para revisar la misma
 - Diseñar y establecer la auditoria a realizar para la prevención y reducción de los accidentes de tráfico y el periodo de realización de la misma
 - Diseñar y establecer los criterios para la transferencia de los vehículos de unos centros de trabajo a otros
 - Establecer si tener en propiedad los talleres de mecánica o subcontratarlos
 - Establecer los proveedores de los recambios, neumáticos o talleres externos
 - Establecer un software específico para la operación de los vehículos
- Retirada de los vehículos
 - Establecer cuando renovar/retirar un vehículo del servicio: edad, kilometraje o la que antes se cumpla

- Establecer las reglas de prioridad para renovar los vehículos
- Establecer el canal de retirada de los vehículos
- Establecer los proveedores para la venta del vehículo
- Establecer el tiempo máximo para vender un vehículo cuando este se retira del servicio
- Establecer una central de ventas de los vehículos
- Establecer un software específico para la venta de los vehículos
- Sistema de información
 - Establecer que información se debe recopilar
 - Diseñar y establecer los indicadores, y en que actividades se aplicarán
 - Establecer la frecuencia de recogida y análisis de datos
 - Establecer el periodo para la realización del reporte general de la gestión de la flota
- Medición de la gestión de la flota
 - Establecer la frecuencia de tiempo para recopilar los datos y medir como la flota es gestionada
 - Establecer que variables son las prioritarias para incrementar el nivel de servicio y reducir los costes variables de operación
 - Establecer que periodo de tiempo es el prioritario, si el largo o el corto plazo para incrementar el nivel de servicio y reducir los costes variables de operación

- Establecer los márgenes en los que pueden variar el nivel de servicio y los costes variables de operación
- Control y seguimiento de los vehículos
 - Establecer que tipo de información y grado de detalle se registra del vehículo
 - Establecer si se utiliza un software específico para el control y seguimiento de los vehículos
- Servicios auxiliares
 - Establecer la compañía de seguros para los vehículos
 - Diseñar y establecer la planificación de las inspecciones técnicas de los vehículos
 - Diseñar y establecer la gestión de las tarjetas de combustible
 - Diseñar y establecer la gestión de las multas de tráfico
 - Diseñar y establecer la gestión de los accidentes de tráfico
 - Establecer que actividades de los servicios auxiliares se externalizan a terceros
 - Establecer los proveedores de los servicios auxiliares externalizados
 - Establecer un software específico para la gestión de alguna o todas de las actividades de los servicios auxiliares
- Outsourcing y estructura organizativa
 - Establecer los criterios y las directrices para la externalización de ciertas actividades de la gestión de la flota (*outsourcing*), así como el periodo para la revisión de estos criterios y directrices

- Establecer que actividades de la gestión de la flota se externalizan a terceros o se realizan por la propia compañía
- Diseñar y establecer la estructura organizativa, los principales procesos organizativos y actividades a realizar
- Establecer los criterios para la elección de los proveedores externos
- Diseñar y establecer los perfiles del personal
- *Software* de gestión de la flota
 - Establecer los criterios para la elección del *software* de gestión de la flota
 - Establecer en que actividades se implementará el *software*
 - Establecer que información tiene que registrar el *software*
- Servicios telemáticos
 - Establecer los criterios para la elección de los servicios telemáticos
 - Establecer que información tiene que reportar los servicios telemáticos

En los siguientes capítulos se explican en profundidad los componentes de la política de la gestión de la flota de vehículos.

3. COSTES DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS

Es indispensable conocer todos los costes de la flota de vehículos con los objetivos de: establecer y controlar el presupuesto de la flota; establecer las tarifas y precios de nuestro servicio; conocer cuanto nos cuesta el Km. recorrido; conocer el coste de propiedad del vehículo (*Total Cost of Ownership-TCO*); calcular el periodo de retirada/renovación de los vehículos; realizar el control y seguimiento económico de la flota; calcular los principales indicadores económicos-financieros de la flota; realizar un análisis ABC de los costes de la flota; tener un histórico de costes para hacer previsiones; obtener la relación nivel de servicio-costes directos; u obtener valiosa información para la toma de decisiones.

Los costes de una flota de vehículos se clasifican en dos tipos:

- Costes directos: son los costes en los que incurre un vehículo por su posesión y explotación, y se dividen en dos subcategorías como:
 - Costes fijos: son los costes en los que se incurren independientemente de que el vehículo se utilice o no, y se computan por unidad de tiempo, normalmente un año natural
 - Costes variables de operación: son los costes en los que se incurren por la actividad del vehículo, y se computan por los kilómetros recorridos u horas de utilización
- Costes indirectos: son los costes que no se pueden imputar a un vehículo por su posesión y explotación, pero que se producen en la gestión de la flota de vehículos, como son el software de gestión de la flota de vehículos, el hardware, el personal involucrado en la gestión de la flota de vehículos o la infraestructura necesaria (oficinas, parking o depósitos de combustible). El gráfico 2 muestra la estructura de costes de una flota de vehículos

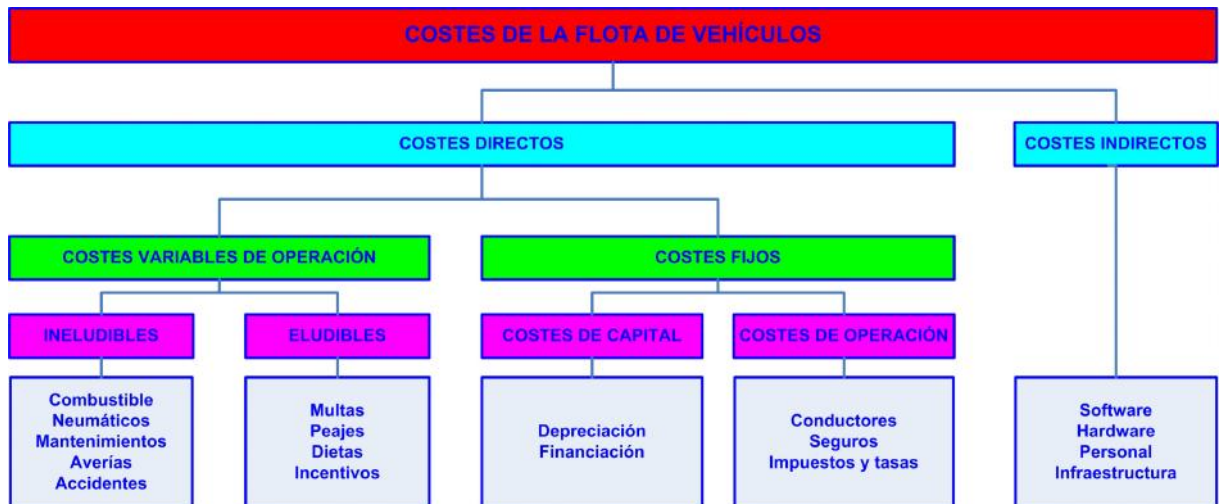


Gráfico 2: estructura de costes de una flota de vehículos

3.1. COSTES FIJOS DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS

Los costes fijos de la flota de vehículos son aquellos en los que incurrimos por la posesión de los vehículos y se dividen en costes de capital y costes de operación.

3.1.1. Costes de capital

Los costes de capital son los costes de adquisición y forma de financiación del vehículo, y se dividen en la depreciación y financiación.

- Depreciación: es el decremento en el valor de adquisición del vehículo, equipos auxiliares o carrozados a lo largo de su periodo de utilización. Dependiendo de la forma de financiación este decremento es igual a la amortización durante la vida útil o a un periodo inferior
- Financiación: es la suma de los costes de financiación del vehículo, equipos auxiliares o carrozados en un año. La financiación del vehículo se puede realizar principalmente en las siguientes modalidades: si el vehículo se ha adquirido mediante un crédito o préstamo será la cuota anual de los intereses del mismo; si la organización ha emitido su propia deuda será la suma de los intereses anuales que se pagan a los compradores de la misma; o si la organización utiliza sus propios fondos propios habría que calcular el coste de oportunidad de invertir los recursos en otra inversión.

Si el vehículo, equipos auxiliares o carrozados se han adquirido mediante la modalidad de *renting/leasing* el coste de adquisición y financiación esta incluido en la cuota anual.

3.1.2. Costes de operación

Los costes de operación son los siguientes:

- Conductores de los vehículos: es el coste anual en bruto para la organización de los conductores de los vehículos destinados a la prestación del servicio, en España se incluye el salario en bruto más las aportaciones a la seguridad social

- Seguros: es el coste anual de los seguros del vehículo, equipos auxiliares, carrozados, conductor o mercancía
- Impuestos y tasas: es el coste anual de impuestos y tasas como la inspección técnica de vehículos (ITV), tarjeta de transporte, el impuesto de vehículos de tracción mecánica, revisión del tacógrafo, impuestos especiales sobre determinados medios de transporte o autorizaciones

3.2. COSTES VARIABLES DE OPERACIÓN DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS

Los costes variables de operación de la flota son aquellos en los que se incurren por la utilización de los vehículos. Hay que diferenciar entre dos tipos de costes directos variables, aquellos en los que se incurren obligatoriamente por la utilización de los vehículos, y aquellos en los que se puede incurrir o no por la utilización de los vehículos, y que dependen de la operativa del servicio y de cómo la flota es gestionada.

3.2.1. Costes ineludibles

Los costes ineludibles de la flota de vehículos son aquellos en los que se incurre por la utilización de los vehículos, y son los siguientes:

- **Combustible:** es el coste anual del combustible de los vehículos y equipos auxiliares
- **Neumáticos:** es el coste anual de la adquisición y reparación de los neumáticos
- **Mantenimiento:** es el coste anual de los mantenimientos planificados según el fabricante del vehículo y de los mantenimientos preventivos, y han de incluir la mano de hora, los repuestos y lubricantes
- **Averías:** es el coste anual de las averías y han de incluir la mano de hora, los repuestos y lubricantes
- **Accidentes:** es el coste anual de los accidentes de tráfico y han de incluir los costes de reparación del vehículo, así como las indemnizaciones a terceros que pague nuestra organización

3.2.2. Costes eludibles

Los costes eludibles de la flota de vehículos son aquellos en los que se puede incurrir o no en la utilización de los vehículos, y dependen de la operativa del servicio y de cómo la flota es gestionada, y son los siguientes:

.

- **Multas de Tráfico:** son el coste total de las multas de tráfico por diversos motivos que cometen los conductores de los vehículos
- **Peajes:** es el coste anual correspondiente al pago de peajes, se deberá utilizar las autovías del peaje si es necesario para cumplir el nivel de servicio o por ser más seguras
- **Dietas del conductor:** es el coste anual de los conductores de los vehículos por el desplazamiento fuera de su lugar de residencia por un periodo determinado de tiempo
- **Incentivos:** son los incentivos que se pagan a los conductores de los vehículos por diversos motivos como la reducción del consumo de combustible o el reporte de los accidentes de tráfico

3.3. CONTROL DE COSTES DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS

El departamento de contabilidad tiene el valor de los costes de la flota forma genérica, pero lo más recomendable es que cada vehículo tenga asignados sus costes individualmente.

La organización tiene que establecer la frecuencia para realizar el control y seguimiento de los costes que dependerá de las características, presupuesto y objetivos de cada organización.

El control y seguimiento de los costes se recomienda realizarlo por cada vehículo, por tipos de vehículos y un genérico de toda la flota. A continuación se muestra un ejemplo práctico de como realizar este control y seguimiento para un vehículo. La tabla 1 muestra todos los costes directos de un vehículo en un año según el gráfico 2.

Denominación	Coste	%
Costes fijos (Tiempo)	38.929,3	47,37%
Costes de operación	32.585,71	39,65%
Conductor	29.562,14	35,97%
Seguros	2.400,12	2,92%
Impuestos y tasas	623,45	0,76%
Costes de capital	6.343,59	7,72%
Depreciación	5.321,14	6,47%
Financiación	1.022,45	1,24%
Costes variables (Kilómetros)	43.253,56	52,63%
Ineludibles	35.897,51	43,68%
Combustible	26.548,49	32,30%
Accidentes	3.300,45	4,02%
Neumáticos	2.645,14	3,22%
Mantenimientos	1.902,78	2,32%
Averías	1.500,65	1,83%
Eludibles	7.356,05	8,95%
Dietas	4.253,6	5,18%
Incentivos	1.689,78	2,06%
Peajes	987,41	1,20%
Multas	425,26	0,52%
Total costes directos	82.182,86	100,00%

Tabla 1: costes directos de un vehículo de la flota

El gráfico 3 muestra la distribución de los costes directos.

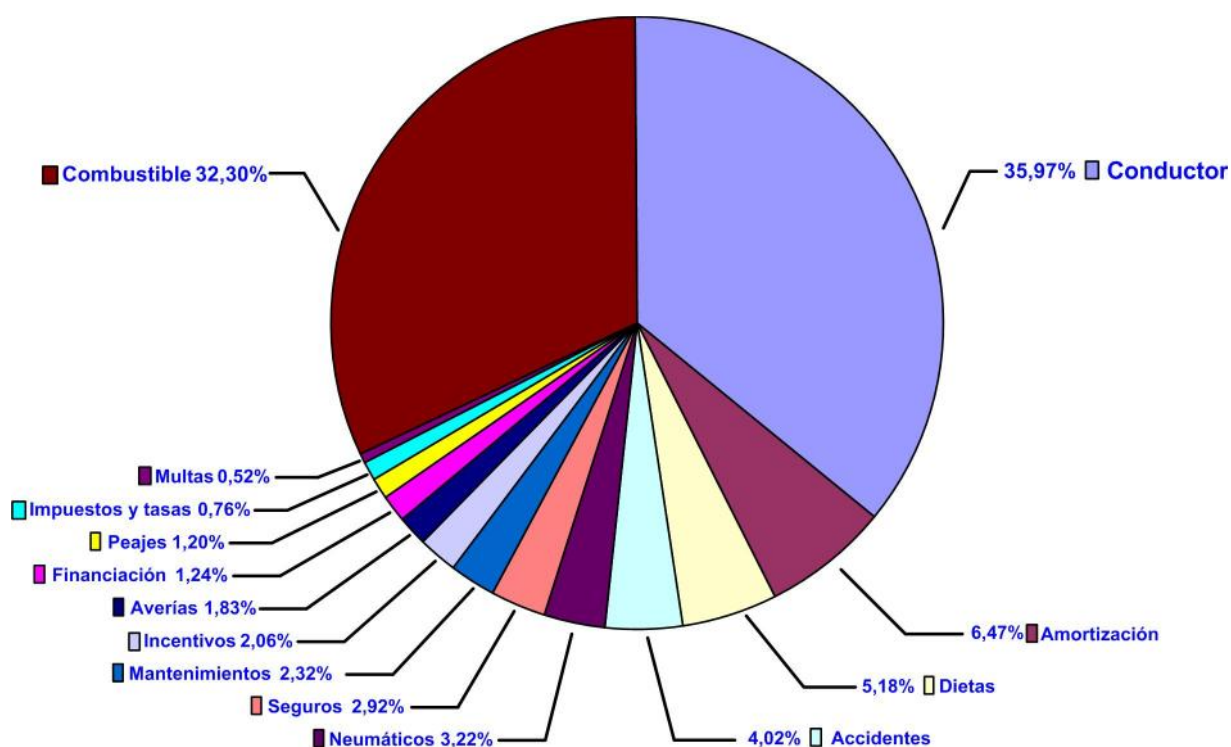


Gráfico 3: distribución de los costes directos de un vehículo de la flota

Considerando los siguientes datos de operación de la tabla 2.

Características de operación	Cantidad
Km. recorridos al año	75.000
Días trabajados al año	225
Horas trabajadas al año	1.900

Tabla 2: características de operación de un vehículo de la flota de vehículos

Los costes directos por tiempo o kilómetros que obtenemos son los siguientes:

Costes directos unitarios	
Costes por tiempo	Cantidad
Día	173,019 Euros/día
Hora	20,489 Euros/hora
Costes por Kilómetro	
Kilómetro	0,577 Euros/Km.

Tabla 3: costes directos por tiempo y kilómetro de un vehículo de la flota

Si consideramos los siguientes costes indirectos que varían en función del número de vehículos, obtenemos el coste por kilómetro, según muestra la siguiente tabla 4.

Costes indirectos por vehículo		
Nº vehículos	Euros	Euros/Km.
de 1 a 20 vehículos	6.800,25	0,091
de 21 a 99 vehículos	9.700,89	0,129
igual o más de 100 vehículos	13.405,85	0,179
Promedio	9.969,00	0,133

Tabla 4: costes indirectos por kilómetro de un vehículo de la flota

Considerando los costes directos e indirectos, obtenemos el coste por kilómetros del vehículo, según la tabla 5.

Costes totales (directos e indirectos)		
Nº vehículos	Euros	Euros/Km.
de 1 a 20 vehículos	88.983,11	1,186
de 21 a 99 vehículos	91.883,75	1,225
igual o más de 100 vehículos	95.588,71	1,275
Costes totales promedio	92.151,86	1,229

Tabla 5: costes totales (directos e indirectos) de un vehículo de la flota

Con los datos obtenidos se pueden calcular multitud de indicadores económicos-financieros de la flota que dependerán de las características de cada organización.

4. CÁLCULO DEL NÚMERO ÓPTIMO DE VEHÍCULOS DE LA FLOTA

4.1. NIVEL DE SERVICIO Y SUS COSTES DIRECTOS ASOCIADOS

La organización tiene que diseñar e implementar la política concerniente al cálculo óptimo del número de vehículos, el nivel de servicio y los costes de la flota de vehículos. Esta política dependerá de los siguientes aspectos como la estrategia general, el mercado, el servicio a prestar, los competidores o el presupuesto disponible de la organización.

El cálculo del número de vehículos de una flota es complejo, debido a todos los aspectos involucrados como el establecimiento del nivel de servicio y su coste asociado, la planificación de las rutas si las hubiera, el tipo de vehículos a utilizar y sus capacidades, la utilización de la capacidad de los vehículos al 100% o la localización de nuestra base de operaciones, por lo tanto siempre se llegará a un número óptimo de vehículos.

4.1.1. Caso teórico-práctico

Se desarrolla un caso teórico-práctico de una flota de vehículos para mostrar la relación entre el número óptimo de vehículos, el nivel de servicio y sus costes directos. Hemos escogido el caso de una flota de vehículos que debe realizar el reparto o recogida de una mercancía en unas localizaciones, por ser uno de los casos más complejos de optimizar y común en la práctica de una flota de vehículos. Para hacer el caso lo más sencillo posible los únicos costes directos son los de adquisición de los vehículos, los salarios de los conductores y el consumo de combustible.

Consideramos que tenemos que distribuir o recoger una unidad de mercancía en cada punto A, B, C y D uniformemente repartidos en una circunferencia de radio R . Las únicas soluciones factibles donde localizar nuestra base de vehículos (O), son: en el centro de la circunferencia (caso A), o en uno de los puntos de reparto o recogida (caso B), por lo que eliminamos un punto de reparto o recogida, el gráfico 4 representa estas dos soluciones.

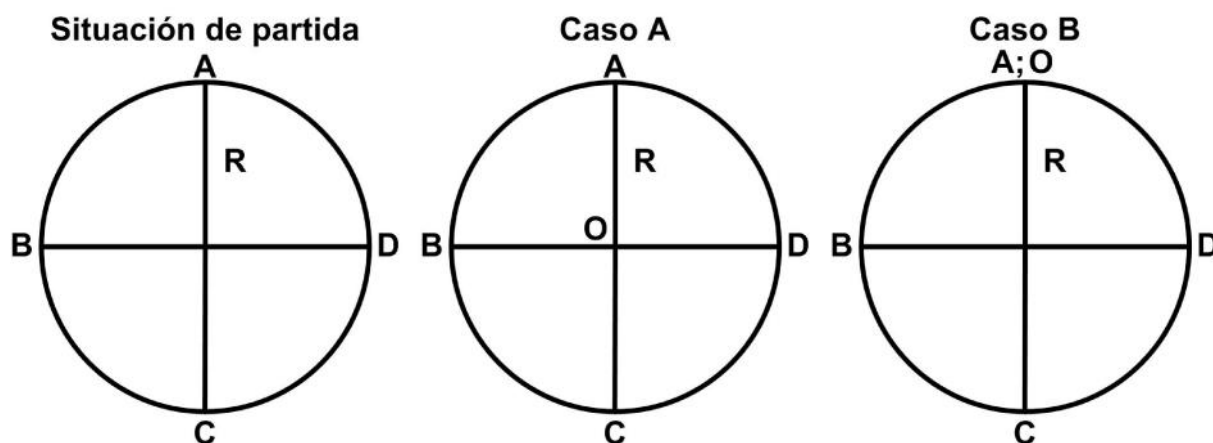


Gráfico 4: caso teórico y sus dos soluciones factibles

Existen cuatro tipos diferentes de vehículos disponibles para elegir, los cuales tienen diferentes costes de adquisición y capacidades según la tabla 6.

Denominación	Capacidad	Coste*
C4	4	35.000
C3	3	30.000
C2	2	25.000
C1	1	20.000
*Euros		

Tabla 6: capacidades y coste de los vehículos disponibles

Las condiciones de operación de nuestro caso teórico-práctico son las siguientes:

Denominación	Símbolo	Valor
Vida útil en años de los vehículos	a	5
Días laborales al año	d	220
Radio de la circunferencia (Km.)	R	50
Velocidad media (Km./h)	Vm	50
Consumo de combustible (litros/100 Km.)	c	8
Coste combustible (euros/litro)	Vc	1
Salario de un conductor (euros)	S	30.000

Tabla 7: condiciones de operación de la flota de vehículos

Consideramos un valor residual nulo de los vehículos, una conducción mixta en entornos urbanos y autovías, no tenemos en consideración el tiempo de parada en los puntos A, B, C, D y los vehículos se utilizan al 100% de su capacidad.

El nivel de servicio es el mayor tiempo individual (horas) de entre todos los vehículos de la flota, desde que salen los vehículos de la base “O” hasta su llegada a la misma, ya que es cuando se completa el reparto o recogida de la mercancía en todos los puntos A, B, C, D.

Caso A

El gráfico 5 representa las diferentes soluciones factibles de utilizar un vehículo, dos vehículos, tres vehículos o cuatro vehículos, sus capacidades y sus rutas en diferentes colores, para el caso A, en el que nuestra base este en el centro de la circunferencia.

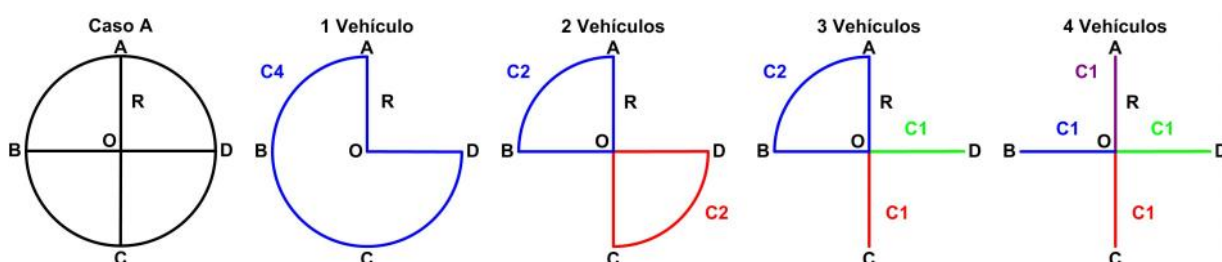


Gráfico 5: relación entre las rutas y el número de vehículos para el caso A

La tabla 8 del anexo representa las soluciones para el caso genérico, la siguiente tabla 9 representa los resultados de los cuatro casos posibles utilizando los valores de las tablas 6 y 7.

Nº Vehículos	1	2	3	4
Nivel servicio (NS) (horas)	6,71	3,57	3,57	2,00
Incremento NS	-	3,14	3,14	1,57
Consumo Combustible (CC)	29.534,56	31.423,04	33.311,52	35.200,00
Incremento CC	-	1.888,48	1.888,48	1.888,48
Coste del combustible* (CCo)	29.534,56	31.423,04	33.311,52	35.200,00
Incremento* CCo	-	1.888,48	1.888,48	1.888,48
Costes directos (Cd)	94.534,56	141.423,04	188.311,52	235.200,00
Incremento Cd	-	46.888,48	46.888,48	46.888,48
Km. Totales (KmT)	369.182	392.788	416.394	440.000
Incremento KmT	-	23.606	23.606	23.606
Coste Unitario Directo (Cud)	0,256	0,360	0,452	0,535
Incremento Cud	-	0,104	0,092	0,082

El consumo de combustible y el coste del combustible es el mismo, ya que el coste de un litro de combustible es de 1 euro. =3,14

Tabla 9: resultados obtenidos de los cuatro casos posibles para el caso A

El nivel de servicio, el consumo de combustible, los costes directos, los Km. totales y el coste unitario directo se incrementan con el número de vehículos.

Los incrementos que se producen en el nivel de servicio son directamente proporcionales al número pi ($\pi \approx 3,14$), y los incrementos que se producen en el consumo de combustible, en los costes directos y en los kilómetros recorridos son constantes. Estos incrementos vienen definidos por las ecuaciones mostradas en la tabla 8 del anexo.

En el caso de utilizar tres vehículos, el nivel de servicio es igual que en el caso de utilizar dos vehículos, pero el consumo de combustible, los costes directos, los Km. totales y el coste unitario directo son mayores, por lo que esta solución está dominada por el caso de utilizar dos vehículos, por lo tanto la solución de tres vehículos no se debe tener en consideración. El caso de utilizar tres vehículos prueba que en las flotas de vehículos pueden existir soluciones dominadas por otras mejores, que deben ser identificadas y eliminadas de entre nuestras opciones.

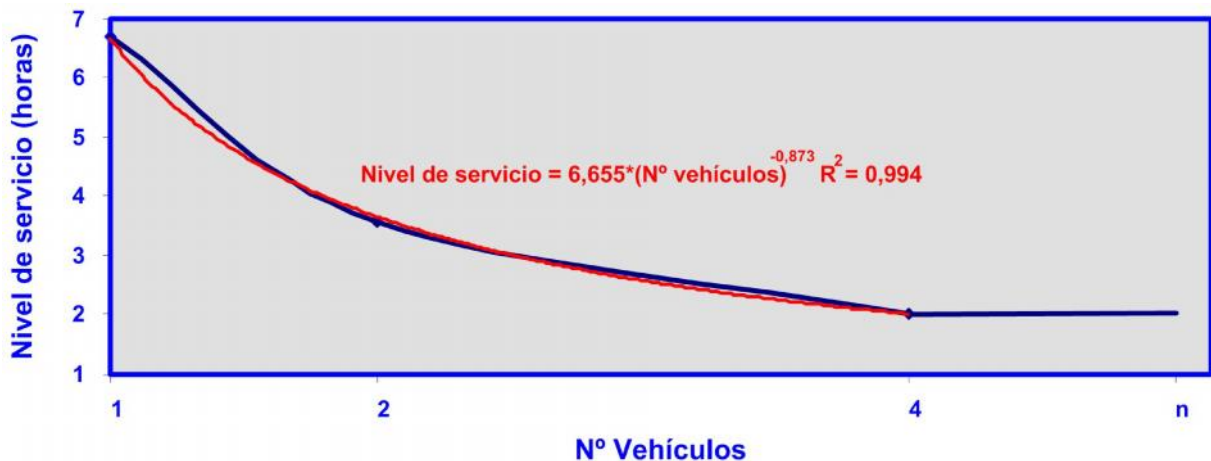


Gráfico 6: relación entre el número de vehículos y el nivel de servicio para el caso A

El gráfico 6 muestra que según se incrementa el número de vehículos, el incremento en el nivel de servicio disminuye (línea azul). El máximo nivel de servicio corresponde a utilizar 4 vehículos, a partir de utilizar más de 4 vehículos el nivel de servicio permanece constante.

La correlación entre el nivel de servicio y el número de vehículos es significativamente alta (R^2) y corresponde a la ecuación potencial mostrada en el gráfico 6 (línea roja).

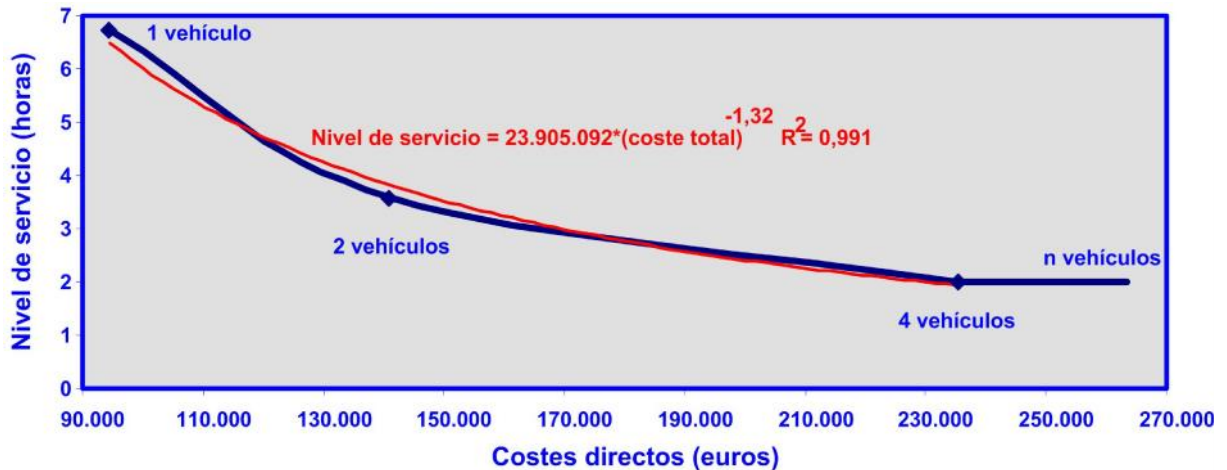


Gráfico 7: relación entre el nivel de servicio y los costes directos para el caso A

El gráfico 7 muestra que según se incrementan los costes directos, el incremento en el nivel de servicio disminuye. El máximo nivel de servicio corresponde a utilizar 4 vehículos que tiene asociado unos costes directos, a partir de utilizar más de 4 vehículos el nivel de servicio permanece constante pero los costes directos se incrementan.

La correlación entre el nivel de servicio y los costes directos es significativamente alta (R^2) y corresponde a la ecuación potencial mostrada en el gráfico 7 (línea roja).

En nuestro modelo teórico si estas condiciones iniciales se modifican como el coste de adquisición de los vehículos sean mayores, se incremente el consumo de combustible, se incremente el coste del combustible, se incrementen los salarios de los conductores, la curva A se desplazará hacia la derecha como muestra el gráfico 8 convirtiéndose en la curva B y tendremos para el mismo nivel de servicio mayores costes directos.

Por el contrario si el coste de adquisición de los vehículos son menores, disminuye el consumo de combustible, disminuye el coste del combustible, disminuyen los salarios de los conductores, la curva A se desplazará hacia la izquierda como muestra el gráfico 8 convirtiéndose en la curva C, y tendremos para el mismo nivel de servicio menores costes directos.

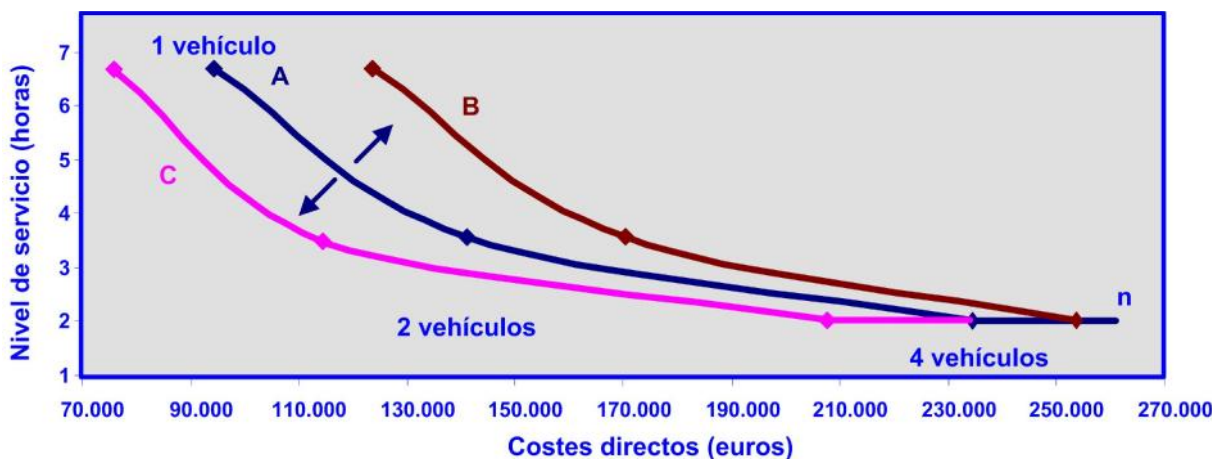


Gráfico 8: relación entre el nivel de servicio y el incremento o decremento en los costes los directos para el caso A

El nivel de servicio puede incrementarse o disminuir, si la velocidad media se incrementa o disminuye con el correspondiente aumento o disminución de combustible y su coste asociado.

Caso B

El gráfico 9 representa los diferentes casos de utilizar un vehículo, dos vehículos o tres vehículos, sus capacidades y sus rutas en diferentes colores, para el caso B en el que nuestra base este en el punto de reparto/recogida A.

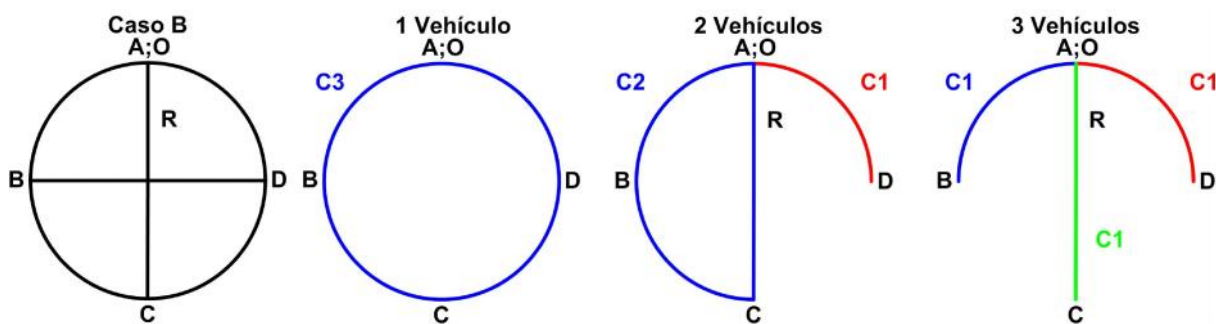


Gráfico 9: relación entre las rutas y el número de vehículos para el caso B

La tabla 10 del anexo representa las soluciones para el caso genérico, la siguiente tabla 11 representa los resultados de los cuatro casos posibles utilizando los valores de las tablas 6 y 7.

Nº Vehículos	1	2	3
Nivel servicio (NS) (horas)	6,28	5,14	4,00
Incremento NS	-	1,14	1,14
Consumo Combustible (CC)	27.646,08	36.446,08	45.246,08
Incremento CC	-	8.800	8.800
Coste del combustible* (CCo)	27.646,08	36.446,08	45.246,08
Incremento CCo	-	8.800	8.800
Costes directos (Cd)	87.646,08	141.446,08	195.246,08
Incremento Cd	-	53.800	53.800
Km. Totales (KmT)	345.576	455.576	565.576
Incremento KmT	-	110.000	110.000
Coste Unitario Directo (Cud)	0,254	0,310	0,345
Incremento Cud	-	0,057	0,035

El consumo de combustible y el coste del combustible es el mismo, ya que el coste de un litro de combustible es de 1 euro.

Tabla 11: resultados de los tres casos posibles para el caso B

El nivel de servicio, el consumo de combustible, los Km. totales y el coste unitario se incrementan con el número de vehículos.

Los incrementos que se producen en el nivel de servicio, el consumo de combustible, el coste total y los kilómetros recorridos son constantes. Estos incrementos vienen definidos por las ecuaciones mostradas en la tabla 10 del anexo.



Gráfico 10: Relación entre el número de vehículos y el nivel de servicio para el caso B

El gráfico 10 muestra que según se incrementa el número de vehículos, el incremento en el nivel servicio permanece constante. El máximo nivel de servicio corresponde a utilizar 3 vehículos, a partir de utilizar más de 3 vehículos el nivel de servicio permanece constante.

La correlación entre en nivel del servicio es significativamente alta (R^2) y el número de vehículos corresponde a la ecuación lineal mostrada en el gráfico 10 (línea roja).

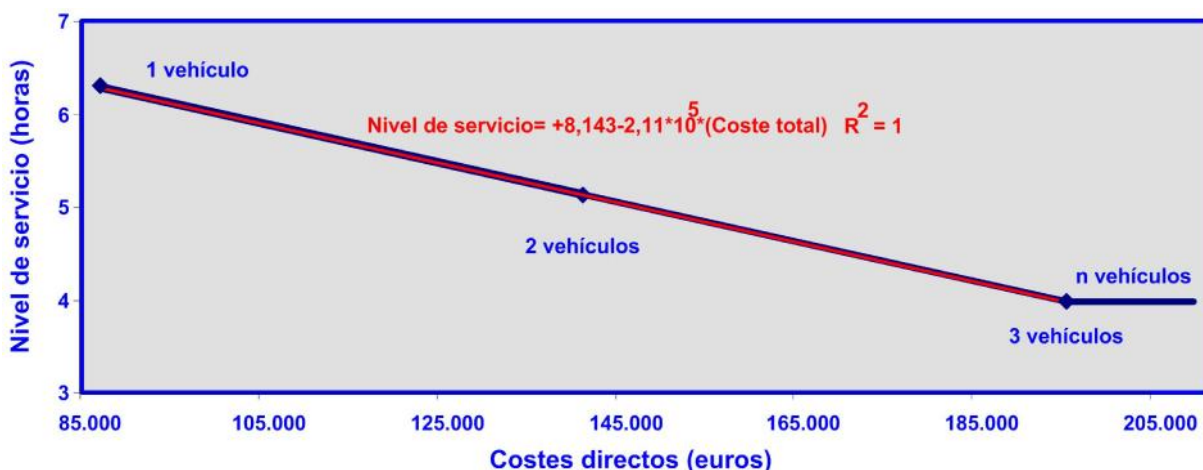


Gráfico 11: relación entre el nivel de servicio y los costes directos para el caso B

El gráfico 11 muestra que según se incrementan los costes directos, el incremento en el nivel servicio permanece constante. El máximo nivel de servicio corresponde a utilizar 3 vehículos que tiene asociado unos costes directos, a partir de utilizar más de 3 vehículos el nivel de servicio permanece constante pero los costes directos se incrementan.

La correlación entre en nivel del servicio y los costes directos es significativamente alta (R^2) y corresponde a la ecuación lineal mostrada en el gráfico 11 (línea roja).

COMPARACIÓN DE LOS CASOS A Y B

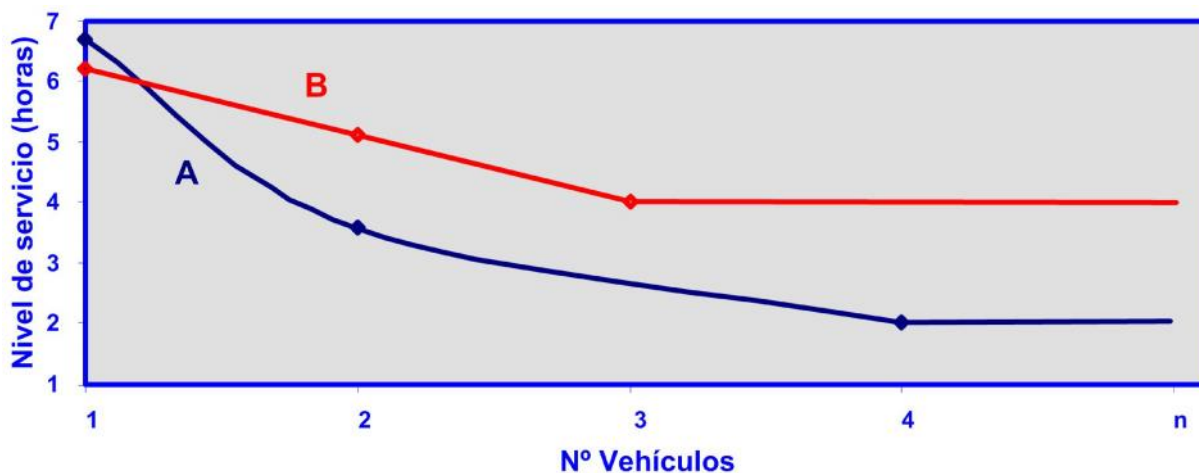


Gráfico 12: comparación entre el número de vehículos y el nivel de servicio para los casos A y B

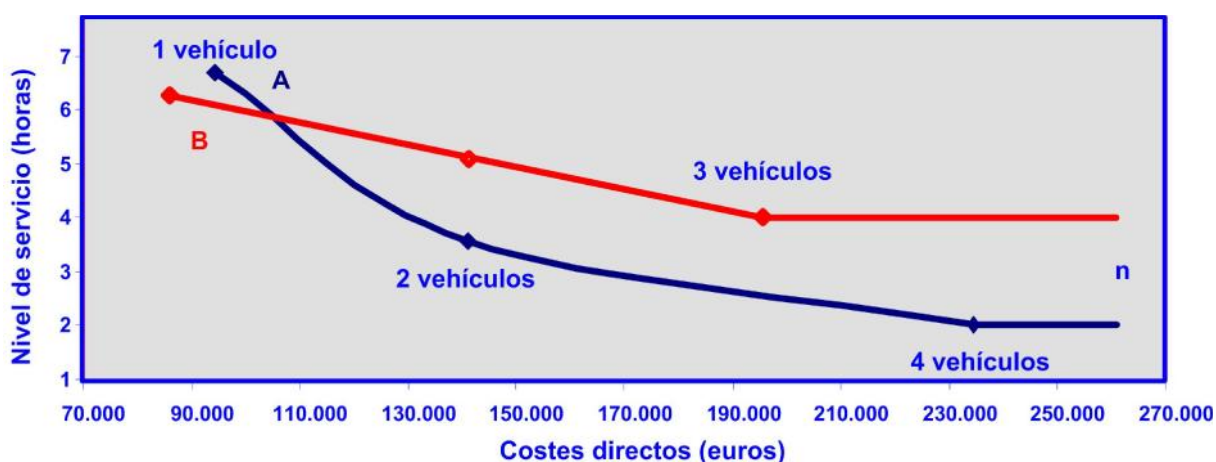


Gráfico 13: comparación entre el coste total y el nivel de servicio para los casos A y B

Los gráficos 12 y 13 y las tablas 9 y 11 muestran que si utilizamos un vehículo, el caso B tiene mejor nivel de servicio y menor coste total por una ligera diferencia que el caso A. Si utilizamos dos vehículos, el caso A domina a las soluciones de utilizar 2 y 3 vehículos del caso B, ya que tiene mejor nivel de servicio y menores costes totales.

La solución de utilizar un solo vehículo del caso B es solo es factible, si en el futuro no vamos a mejorar el nivel de servicio incrementando el número de vehículos, por el contrario si nuestra organización opera en un mercado muy competitivo, en el que el nivel de servicio

es una ventaja competitiva y necesitemos incrementarlo en el futuro, la mejor solución desde el inicio es el caso A.

4.1.2. Conclusiones del caso teórico-práctico

Las principales conclusiones para este caso teórico-práctico y que se puede extender a cualquier tipo de flota son las siguientes:

- Cada nivel de servicio tiene asociado un número de vehículos y sus costes directos
- Existe un máximo de nivel de servicio para un determinado número de vehículos y sus costes directos, a partir del cual si añadimos más vehículos el nivel de servicio permanece constante pero los costes directos se incrementan
- Pueden existir soluciones que están dominadas por otras mejores, y por lo tanto deben ser identificadas y eliminadas de entre nuestras opciones
- Una flota de vehículos se puede caracterizar o definir su patrón de comportamiento según muestran las tablas 8 y 10 y los gráficos 6,7,10 y 11 de este caso teórico-práctico, y son de gran utilidad para la elegir la mejor opción a implantar, planificar y hacer previsiones
- Dependiendo de las características que definen una flota de vehículos, en nuestro caso teórico-práctico la localización de nuestra base (O) y los puntos de reparto o recogida, existe diferente caracterización o patrón de comportamiento como muestran los casos A y B
- Cuantos más vehículos, los incrementos en todos los costes variables de operación son mayores debido principalmente a que realizamos mayor número de kilómetros
- Cuantos más vehículos, necesitamos más terreno para almacenarlos, personal para gestionar la flota, conductores, procesos, controles etc. por lo que el incremento en los costes totales (directos e indirectos) aumentan y la mayoría de las flotas de vehículos con rutas planificadas siguen una caracterización o patrón de comportamiento como muestra el gráfico 14, donde el máximo nivel servicio se

obtiene con n vehículos que corresponde al número de puntos reparto o recogida del servicio

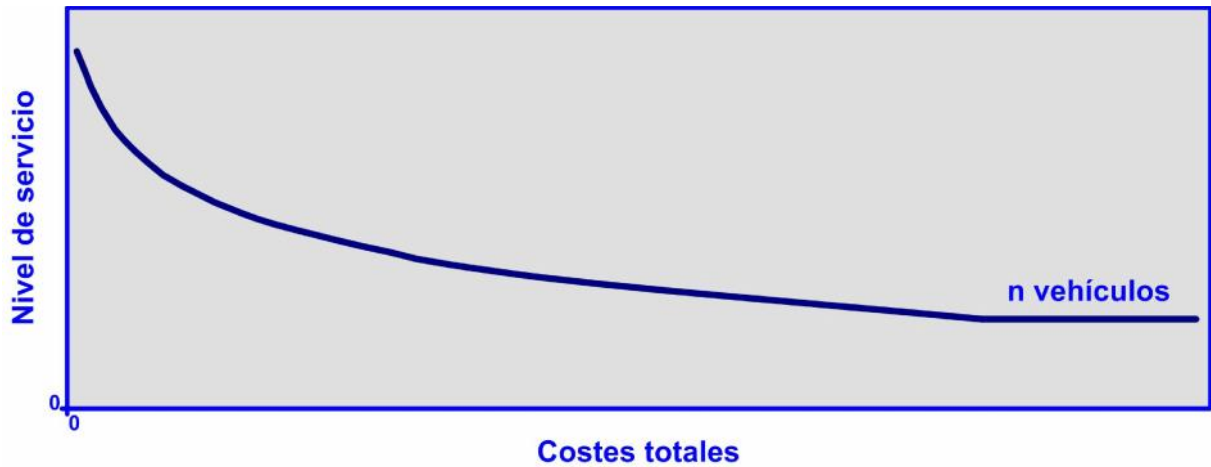


Gráfico 14: relación entre el nivel de servicio y el coste total para una flota de vehículos con rutas planificadas

Los siguientes aspectos son algunos ejemplos que tienen un gran impacto en la eficiencia y eficacia de una flota de vehículos y por lo tanto tengamos menores costes totales y mejor nivel de servicio como la existencia de una política de la gestión de la flota de vehículos, la capacidad utilizada en los vehículos, la planificación de las rutas, tener establecido una central de adquisición y de ventas de los vehículos, tener los procesos adecuados, tener un gestor de la flota y el personal adecuado con la formación adecuada, tener un software de gestión de la flota, tener un cuadro de mando apropiado, realizar el análisis de los datos, elegir el correcto canal de venta de los vehículos, externalizar ciertas actividades a terceras organizaciones (*outsourcing*) o el control y seguimiento de los vehículos, en los siguientes capítulos se desarrollan en profundidad estos y otros factores.

4.2. NÚMERO ÓPTIMO DE VEHÍCULOS DE LA FLOTA

La organización tiene que tener el número óptimo de vehículos para prestar el nivel de servicio con la máxima eficiencia y eficacia, cumpliendo con los costes directos o presupuesto establecido, por lo tanto no tener el número óptimo de vehículos tiene las consecuencias mostradas en la tabla 12.

Más vehículos del número óptimo	Menos vehículos del número óptimo
<ul style="list-style-type: none"> Alta disponibilidad de los vehículos 	<ul style="list-style-type: none"> Baja disponibilidad de los vehículos
<ul style="list-style-type: none"> Los vehículos se utilizan de forma heterogénea 	<ul style="list-style-type: none"> La organización no presta el nivel de servicio adecuado
<ul style="list-style-type: none"> Ocultación de problemas de la gestión de la flota de vehículos 	<ul style="list-style-type: none"> Los vehículos se utilizan por encima de las horas planificadas
<ul style="list-style-type: none"> Algunos vehículos no se utilizan, o se utilizan para usos particulares 	<ul style="list-style-type: none"> Los vehículos se utilizan por encima de su capacidad
<ul style="list-style-type: none"> Mayores costes totales (fijos y variables) de la flota 	<ul style="list-style-type: none"> Menores costes totales (fijos y variables) de la flota
<ul style="list-style-type: none"> Mayor coste total de adquisición de la flota 	<ul style="list-style-type: none"> Menor coste total de adquisición de la flota
<ul style="list-style-type: none"> Mayor coste total de operación de la flota 	<ul style="list-style-type: none"> Menor coste total de operación
<ul style="list-style-type: none"> Mayor número total de accidentes 	
<ul style="list-style-type: none"> Mayor cantidad total de CO₂ 	
<ul style="list-style-type: none"> Mayor número total de averías 	
<ul style="list-style-type: none"> Mayor consumo total de combustible 	
<ul style="list-style-type: none"> Mayor soporte de las actividades auxiliares 	
<ul style="list-style-type: none"> Mayor cantidad de recursos consumidos 	

Tabla 12: consecuencias de no tener el número óptimo de vehículos

Si la organización tiene más vehículos del número óptimo, pueden ocurrir las siguientes situaciones con cada vehículo: se tiende a asignar a un solo conductor o servicio, no se utiliza o se utiliza para usos particulares.

Si la organización tiene un número de vehículos por encima del óptimo, la reducción de costes en el consumo de combustible, número de accidentes etc., representarán una pequeña cantidad, en comparación al coste de adquisición de tener más vehículos y las consecuencias derivadas comentadas en la tabla 12.

Este tipo de práctica oculta problemas de gestión de la flota en el diseño, planificación, operación, control y optimización de la flota, consumiendo más recursos de los necesarios.

Si la organización tiene menos vehículos del número óptimo, los costes directos (fijos más variables) de la flota de vehículos serán menores, sin embargo la organización no será capaz de prestar el nivel de servicio adecuado y la flota de vehículos tenderá a ser utilizada por encima de su capacidad y en el número de horas planificadas, pudiendo ocasionar más accidentes y averías de lo esperado.

4.3. CÁLCULO DEL NÚMERO ÓPTIMO DE LOS VEHÍCULOS DE LA FLOTA

El número óptimo de vehículos de la flota varía con el tiempo dependiendo de los siguientes factores como la demanda del mercado, el nivel de servicio y del presupuesto disponible, por lo tanto la organización tiene que establecer cuando calcular el número óptimo de vehículos que necesitamos para un periodo de tiempo.

Los escenarios resultantes para cada periodo de tiempo son:

- El número óptimo de vehículos que necesitamos es mayor que los que tenemos actualmente, por lo tanto hay que realizar las adquisiciones de estos vehículos
- El número óptimo de vehículos que necesitamos es menor que los que tenemos actualmente, por lo tanto hay que retirar estos vehículos del servicio y/o venderlos
- El número óptimo de vehículos que necesitamos es igual que los que tenemos actualmente, por lo tanto no hay que ni adquirir o retirar ningún vehículo de la flota

Hay que considerar que durante este periodo de tiempo habrá que renovar ciertos vehículos, en el capítulo 7 retirada de los vehículos de la flota del servicio se desarrolla como realizarlo.

Por lo tanto con esta información hay que planificar las adquisiciones o retiradas y las posibles renovaciones de ciertos vehículos para cumplir el nivel de servicio y presupuesto asignado para este periodo de tiempo.

4.3.1. Tipos de flotas de vehículos

Existen tres tipos de flotas de vehículos que se pueden considerar de referencia o básicas y son las siguientes:

- Rutas planificadas (*Vehicle Routing Problem-VRP*): la demanda que origina la prestación del servicio son unos puntos de recogida y/o entrega repartidos en un ámbito geográfico, los cuales tienen asociado una cantidad de mercancías, residuos, pasajeros etc. a repartir y/o recoger en un determinado periodo de tiempo (nivel de servicio) como horas, un día, una semana etc. y que en algunos casos el servicio ha de realizarse en unas determinadas ventanas horarias. Ejemplos de este tipo de

flotas son las siguientes: reparto y/o recogida de mercancías y/o pasajeros, limpieza viaria, recogida de basuras o actividades postales y de correo.

- Demanda aleatoria de los vehículos: la demanda que origina la prestación del servicio es la utilización aleatoria de los vehículos de la flota en el tiempo en un ámbito geográfico como personas que utilizan el vehículo para trasladarse geográficamente (compañías de alquiler de vehículos, servicio de taxis o car sharing) o incidencias que hay que atender como bomberos, policía, accidentes de tráfico, servicio de grúa o ambulancias. En este tipo de caso los clientes o usuarios pueden que tengan que realizar una cola de espera para la utilización de cualquier vehículo de la flota.

Un caso particular es cuando existen un conjunto de vehículos que prestan un servicio a otro conjunto de vehículos, como es el caso de la obra pública y la minería, en el que existen las siguientes categorías de vehículos: unos vehículos extrayendo tierra (excavadora) y otros vehículos que la trasladan geográficamente (camiones), por lo que es necesario calcular el número óptimo de vehículos de cada categoría considerando el de ambas.

- Un vehículo asignado a un conductor/usuario o a una actividad: la demanda que origina la prestación del servicio es un vehículo asignado a un conductor/usuario o a una actividad a realizar, no habiendo rutas que realizar o demanda aleatoria como en los dos casos anteriores. Ejemplos de este tipo de flotas son las siguientes: los vehículos utilizados por directivos de compañías para uso privado o por comerciales.

Cualquier tipo de flota de vehículos es asignable en una posición del triángulo mostrado en el gráfico 15 dependiendo de las características de la misma. Una flota de vehículos puede ser clasificada como uno de los tres tipos de referencia de flotas de vehículos o en una posición intermedia de dos de estas tres flotas de referencia por que tienen un componente de realizar rutas planificadas y un componente de demanda aleatoria o un componente de realizar rutas planificadas y un componente de un usuario/actividad asignado a un vehículo o un componente de demanda aleatoria y un componente de un usuario/actividad asignado a un vehículo. Dependiendo del grado de intensidad de cada componente estará más cerca de un tipo u otro tipo flota de referencia.

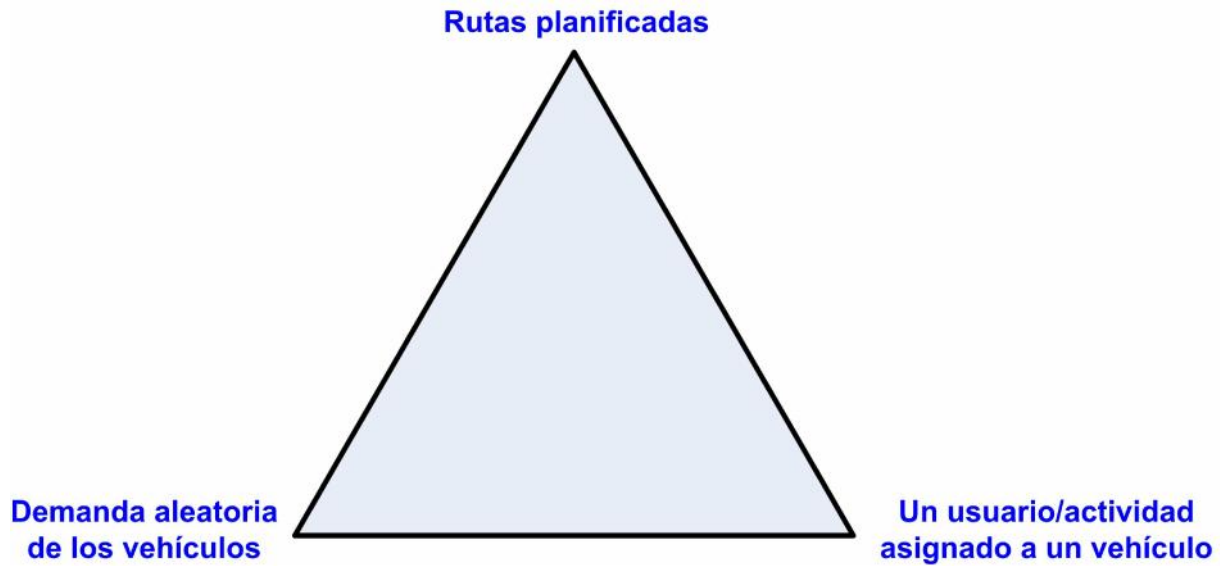


Gráfico 15: tipos de flotas de vehículo

A continuación se desarrolla como calcular el número óptimo de vehículos para cada una de los tres tipos de flotas de referencia, para flotas de vehículos que son intermedias de dos de estos tres tipos de referencia habría que modificar/adaptar estos modelos propuestos a cada flota de vehículos.

Por ejemplo una flota de vehículos intermedia es de la fuerza comercial de una compañía, en el que el hay unos clientes a visitar y en el que normalmente se asigna un vehículo por comercial, en este caso lo más importante es el cálculo de las rutas a realizar en un determinado tiempo con el objetivo de minimizar los costes variables o maximizar el numero de visitas, teniendo en consideración que el área geográfica a cubrir se subdivide en sectores para tener una equilibrio en la fuerza comercial.

4.3.2. Rutas planificadas

La literatura científica denomina a este tipo de flota "*Vehicle Routing Problem-VRP*" y ha desarrollado métodos y modelos específicos para su resolución. En el mercado hay disponible *software* específico para resolver este tipo de flota el cual ha sido desarrollado y explicado en nuestro caso teórico-práctico del epígrafe 4.1.

El gráfico 16 muestra el proceso de cálculo óptimo de una flota de vehículos para su puesta en marcha desde el inicio para este caso.

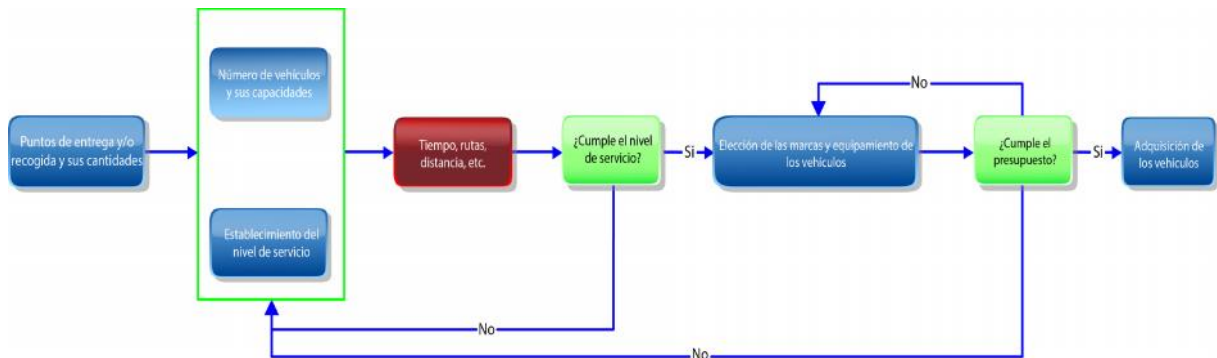


Gráfico 16: proceso del cálculo óptimo de una flota de vehículos con rutas

El primer paso es establecer el nivel de servicio (tiempo), el número aproximado de vehículos que se utilizarán para cumplirlo, y la capacidad de cada vehículo (m³, pasajeros, toneladas. etc.).

El segundo paso es el cálculo de las rutas que se recomienda realizarlo con un *software* específico, y se realizará atendiendo a uno o varios subóptimos como minimizar el consumo de combustible, la distancia recorrida, el tiempo de servicio o maximizar la carga de ocupación de los vehículos.

Los resultados obtenidos son el nivel de servicio real, las rutas a realizar o la distancia a recorrer, y muy importante que vehículos se utilizan, porque puede suceder que algunos vehículos de los inicialmente asignados no se utilicen, por lo tanto no son necesarios.

Con los resultados obtenidos se comprueba si el nivel de servicio establecido se cumple, si no es así se vuelve a la fase de establecer el nivel de servicio o número de vehículos y sus capacidades, dependiendo el caso se modificará uno u otro o ambos a la vez.

Si el nivel de servicio se cumple, obtenemos el número de vehículos y sus capacidades (tipo de vehículo), el número de conductores y la distancia a recorrer, por lo que la única variable a establecer es la elección de las marcas y el equipamiento del vehículo.

Los costes directos o presupuesto de la flota para un periodo de tiempo es la suma de los costes fijos, los costes variables de operación y el valor residual (amortización) del vehículo si este es retirado del servicio al final de este periodo de estudio.

Los costes fijos están determinados principalmente por el tipo de vehículo, la marca, el equipamiento y el número de conductores. Los costes variables de operación por la distancia recorrida u horas realizadas, y el valor residual esta principalmente determinado por la edad y kilometraje del vehículo.

Una vez establecidas las marcas y el equipamiento de los vehículos, calculamos los costes variables de operación y el valor residual utilizando la distancia a recorrer obteniendo los costes directos o presupuesto de la flota para el periodo de estudio. Algunos de los costes directos y el valor residual hay que hacer una previsión de los mismos o estimarlos.

Si no se cumple el presupuesto se volverá a la elección de otras marcas y/o modelos de vehículos y se comprueba si se cumple el presupuesto, si ninguna solución cumple el presupuesto se volverá a la fase de establecer el nivel de servicio y el número de vehículos. Si la flota de vehículos cumple con el presupuesto se pasará a la fase de adquisición de los vehículos.

Hay que comprobar que la solución elegida no esta dominada por otra mejor, tal como hemos explicado en nuestro caso teórico-práctico del epígrafe 4.1., si m es el número óptimo de vehículos de nuestra solución elegida, calcularemos el nivel de servicio y su coste asociado para $m - 1$, -2 , $-3...-n$ vehículos y lo compararemos con nuestra solución elegida, si nuestra solución elegida esta dominada por otra mejor se elegirá esta última.

Otra opción es calcular la relación entre los diferentes niveles de servicio-coste total como hemos realizado en nuestro caso teórico del epígrafe 4.1 y elegir la mejor solución para nuestra flota de vehículos.

4.3.3. Demanda aleatoria de los vehículos de la flota

La literatura científica en investigación de operaciones como teorías de colas, simulación o estadística ha desarrollado métodos y modelos para la resolución de este tipo de flota. No existe un *software* específico, por lo que hay que utilizar un *software* genérico de

investigación de operaciones en teoría de colas, simulación, una hoja de cálculo o la programación dependiendo de la complejidad de cada caso.

La capacidad utilizada de los vehículos es un aspecto principal o secundario dependiendo de cada caso: en el alquiler de vehículos o servicio de taxi, el coste por utilizar el vehículo es el mismo si lo utiliza un cliente o varios a la vez, lo más importante para la compañía es que el vehículo suministre el servicio el máximo tiempo posible, por lo tanto la capacidad utilizada es un aspecto secundario; en el caso de atender incidencias, los vehículos tienen asignada unos tripulantes y un equipamiento para atender a las mismas, por lo tanto la capacidad viene establecida por esta tripulación y por lo tanto la capacidad utilizada es un aspecto secundario; en el caso de la obra pública o minería la capacidad utilizada y el porcentaje de utilización de los vehículos es lo más importante y por lo tanto la capacidad utilizada es el aspecto principal.

El gráfico 17 muestra el proceso de cálculo óptimo de una flota de vehículos para su puesta en marcha desde el inicio para este caso.

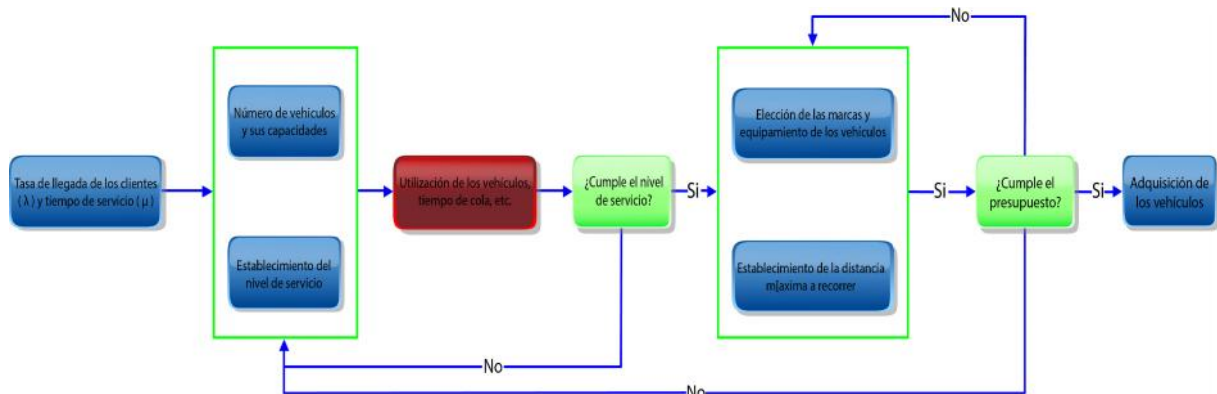


Gráfico 17: proceso del cálculo óptimo de una flota de vehículos con demanda aleatoria

El primer paso, es establecer el nivel de servicio, el número aproximado de vehículos que se utilizarán para cumplirlo, y la capacidad de cada vehículo (m^3 , pasajeros, toneladas. etc.).

El nivel de servicio a establecer pueden ser los siguientes: que siempre existan vehículos disponibles, y por lo tanto no exista una cola de espera, el tiempo de cola de espera sea menor que un determinado tiempo, la tasa de utilización de utilización de los vehículos o que se puedan atender un número de incidencias al mismo tiempo.

Los resultados obtenidos son el porcentaje de utilización de los vehículos, el tiempo de cola etc. y muy importante que vehículos se utilizan, porque puede ocurrir que algunos vehículos de los inicialmente asignados no se utilicen, por lo tanto no son necesarios.

Con los resultados obtenidos se comprueba si el nivel de servicio establecido se cumple, si no es así se vuelve a la fase de establecer el nivel de servicio o número de vehículos y sus capacidades, dependiendo el caso se modificará uno u otro o ambos a la vez.

Si el nivel de servicio se cumple, obtenemos el número de vehículos y sus capacidades (tipo de vehículo) y el número de conductores si el servicio lo requiere. El siguiente paso es establecer la distancia máxima a recorrer y las marcas y equipamiento del vehículo para calcular los costes directos o presupuesto de la flota para el periodo de estudio.

Hay que establecer un límite máximo de kilómetros a recorrer en el periodo de estudio, para cumplir con los costes directos o presupuesto determinado con el objetivo de obtener una rentabilidad de la flota. A partir de este límite máximo de kilómetros hay que imponer una política en la que el cliente se haga cargo de los costes variables de operación del vehículo o una parte de ellos.

Por ejemplo en las empresas de alquiler de vehículos o *renting* se establecerán diferentes tarifas dependiendo del kilometraje recorrido o una tarifa por Km. recorrido. En un servicio de taxi, la captación de clientes se puede realizar en una parada de taxis o recorriendo kilómetros en “vacío” hasta que un cliente solicite los servicios del taxi, por lo que hay que establecer un máximo kilometraje a recorrer por periodo en “vacío”.

Cuanta mayor es la distancia máxima a recorrer menor será el presupuesto destinado a la adquisición de los vehículos y por el contrario cuanto mayor es el presupuesto destinado a la adquisición de los vehículos menor será la distancia máxima a recorrer.

Una vez establecido las marcas, el equipamiento de los vehículos y la distancia máxima a recorrer, calculamos los costes variables de operación y el valor residual utilizando la distancia máxima a recorrer, obteniendo los costes directos o presupuesto de la flota para el periodo de estudio. Algunos de estos costes directos y el valor residual hay que hacer una previsión de los mismos o estimarlos.

Si no se cumple el presupuesto se volverá a la elección de otras marcas y/o modelos de vehículos y a la fijación máxima de la distancia a recorrer y se comprueba si se cumple el presupuesto, si ninguna solución cumple el presupuesto se volverá a la fase de establecer el nivel de servicio y el número de vehículos. Si la flota de vehículos cumple con el presupuesto se pasará a la fase de adquisición de los vehículos.

Hay que comprobar que la solución elegida no esta dominada por otra mejor, tal como hemos explicado en nuestro caso teórico-práctico del epígrafe 4.1., si m es el número óptimo de vehículos de nuestra solución elegida, calcularemos el nivel de servicio y su coste asociado para $m - 1, -2, -3 \dots -n$ vehículos y lo compararemos con nuestra solución elegida, si nuestra solución elegida esta dominada por otra mejor se elegirá esta última.

Otra opción es calcular la relación entre los diferentes niveles de servicio-coste total como hemos realizado en nuestro caso teórico del epígrafe 4.1. y elegir la mejor solución para nuestra flota de vehículos.

Teoría de colas

Se propone el modelo general de teorías de colas $M/M/c$ (λ, μ, c) que es el más básico de esta disciplina y la regla FIFO (*first in first out*-el primero que llega al sistema es el primero en ser atendido), para calcular el número óptimo de vehículos y establecer el nivel de servicio para este tipo de flota.

Cada flota de vehículos puede tener multitud de variaciones respecto a este modelo básico y por lo tanto requiere de un modelo específico diseñado a medida a sus características y objetivos.

Este modelo $M/M/c$ tiene dos variantes como el modelo abierto (número infinito de clientes) o el modelo cerrado (número finito de clientes), las formulas que caracterizan a cada uno de ellos son diferentes por que la cola de espera se produce de forma diferente.

1º El modelo abierto esta caracterizado por las siguientes tres variables:

- es la tasa de llegada de los clientes (personas, incidencias, servicios a realizar etc.) al sistema en un determinado periodo de tiempo (consideramos que tiene una

distribución de *Poisson* y que no puede producirse la llegada de dos a o más clientes en el mismo instante de tiempo al sistema)

- μ es el tiempo de utilización de cualquier vehículo por los clientes (consideramos que tiene una distribución exponencial y es igual para todos los vehículos)
- c es el número de vehículos para atender a los clientes que llegan al sistema

Para que un modelo abierto sea estable y no se forme una cola infinita, se tiene que cumplir la siguiente condición:

$$\rho = \text{Tasa media de llegada} / \text{Capacidad del sistema} = \lambda / c\mu < 1$$

Formula 1: capacidad mínima del sistema

El número de clientes en el sistema son los que están utilizando los vehículos, más los que están en la cola de espera.

Aplicando estas tres variables a las formulas finales del modelo obtenemos los principales atributos que caracterizan al mismo como porcentaje de utilización de los vehículos, tiempo promedio de un cliente en la cola, probabilidad que haya cola, número medio de unidades en la cola, número medio de vehículos inactivos, número de unidades que están siendo atendidas por los vehículos, número de clientes en el sistema, tiempo medio de permanencia en el sistema, probabilidad de tener que esperar cola, etc.

Los valores de λ y μ están establecidos por los clientes, y para que se cumpla la condición de la formula 1 existen un número mínimo de vehículos que debe tener nuestra flota, por el contrario si el número de vehículos es igual o mayor al número de clientes en el sistema no existirá ningún cliente en la cola y por lo tanto este será el máximo nivel de servicio y el máximo número de vehículos que debemos tener en nuestra flota. Por lo tanto dependiendo de λ y μ existe un número máximo y mínimo de vehículos que debe tener nuestra flota.

Vamos a desarrollar un sencillo ejemplo de aplicación de un sistema abierto a una compañía de alquiler de vehículos, para simplificar el modelo consideramos que solamente tiene un centro de operaciones y que no se puede reservar con antelación los vehículos, el modelo es como el que se muestra en el gráfico 4.

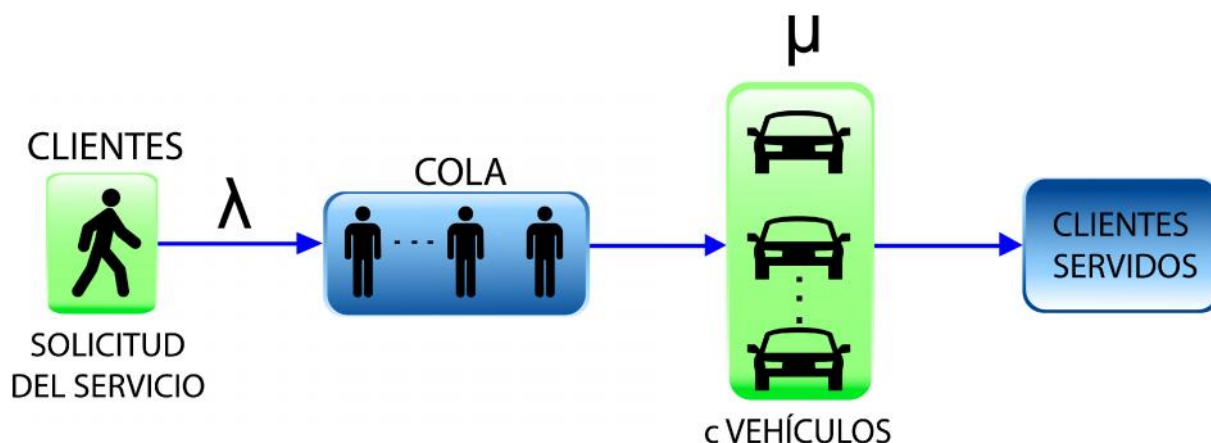


Gráfico 18: sistema abierto de teoría de colas en una flota de vehículos

La llegada de los clientes al sistema es de 5 personas por hora (λ), la tasa de utilización de cualquier vehículo es de 80 horas (μ), y hemos establecido que nuestro nivel de servicio es que los clientes no esperen más de una hora de cola desde que solicitan un vehículo. Con estos datos y aplicando la fórmula 1 el mínimo número de vehículos para que el sistema sea estable son 400 vehículos ($5/(1/80) \cdot 400 \leq 1$) y existe un número máximo de vehículos en el que no existe cola y todos los clientes están utilizando todos los vehículos, entre estos dos límites calculamos el número de vehículos (c) que necesitamos en nuestra flota para el nivel de servicio que hemos establecido, aplicando las fórmulas finales del modelo abierto M/M/c.

Si tenemos más de un centro de operación, y los vehículos se pueden entregar en cualquiera de ellos, puede ocurrir que cada centro de operación tenga su número óptimo de vehículos y por lo tanto para toda la flota, pero por la operativa del servicio los clientes entregan más vehículos en unos centros de operación que en otros, provocando que unos centros tengan más vehículos y otros menos vehículos que su número óptimo lo que provoca que el nivel de servicio no se cumpla en los centros de operación que tienen menos vehículos que su número óptimo creando un desequilibrio en el nivel de servicio establecido, por lo tanto siempre hay que asegurarse que cada centro de operación tiene su número óptimo de vehículos transfiriendo vehículos entre los centros de operación y es recomendable establecer una política de transferencia de vehículos entre los diferentes centros de operación (Zhaolin Li, Feng Tao. 2010).

2º El modelo cerrado esta caracterizado por las siguientes tres variables $M/M/c$ (λ , μ , c):

- λ es el tiempo desde que se finaliza de utilizar un vehículo hasta que se solicita de nuevo utilizar cualquier vehículo (consideramos que tiene una distribución de exponencial y es igual para todos los clientes)
- μ es el tiempo de utilización de cualquier vehículo por los clientes (consideramos que tiene una distribución exponencial y es igual para todos los vehículos)
- c es el número de vehículos para atender a los clientes finitos que tiene el sistema

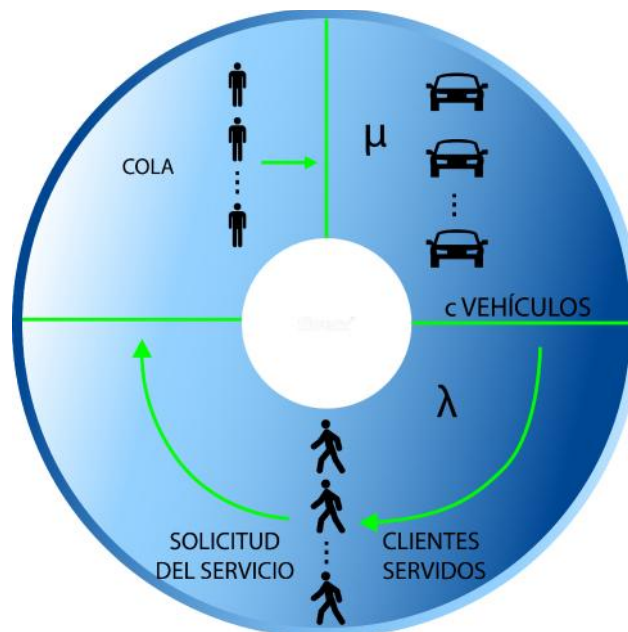


Gráfico 19: sistema cerrado de teoría de colas en una flota de vehículos

El número de clientes en el sistema son las personas que están en la cola, las que están utilizando los vehículos y las que no han solicitado la utilización de un vehículo.

El mínimo número de vehículos que puede tener el sistema es uno y el máximo número de vehículos es igual al número de clientes en el sistema por lo que no habría cola de espera y este es el máximo nivel de servicio.

Entre estos dos límites calculamos el número de vehículos c que necesitamos en nuestra flota aplicando las formulas finales del modelo cerrado $M/M/c$ para cumplir el nivel de servicio que hemos establecido.

Otra opción es calcular la relación entre los diferentes niveles de servicio-coste total como hemos realizado en nuestro caso teórico del epígrafe 3.1 y elegir la mejor solución para nuestra flota de vehículos.

Hemos aplicado el modelo mas genérico en teoría de colas que es el $M/M/c$, pero existen multitud de variaciones y podemos diseñar cualquier modelo que mejor se adapte a la operativa de nuestra flota de vehículos utilizando teoría de colas.

4.3.4. Un conductor/usuario/actividad asignado a un vehículo de la flota

En este caso el nivel de servicio es el número de conductores/usuarios o la actividad a realizar, el cálculo del número óptimo de vehículos de la flota es sencillo de realizar usando una hoja de cálculo.

El gráfico 20 muestra el proceso de cálculo óptimo de una flota de vehículos para su puesta en marcha desde el inicio para este caso.

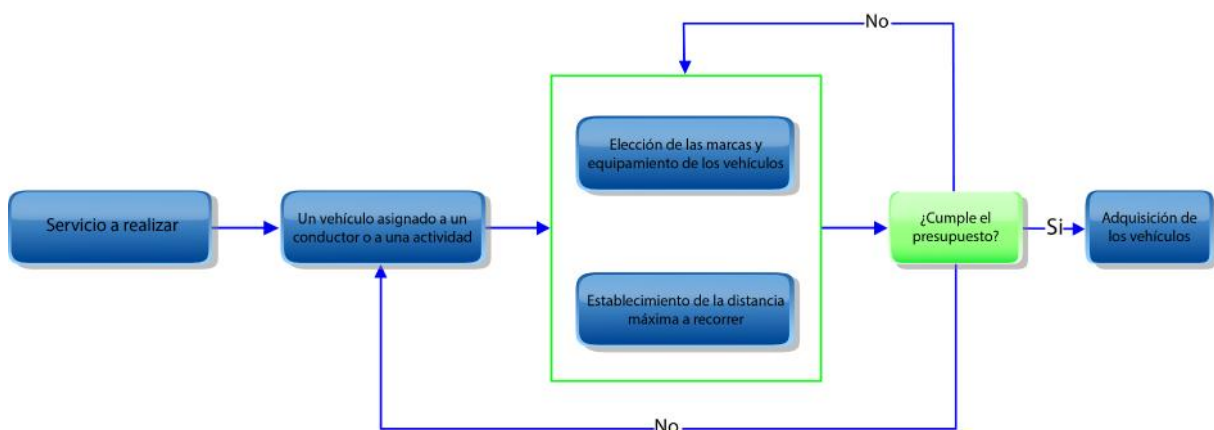


Gráfico 20: proceso del cálculo óptimo de una flota de vehículos con un conductor/usuario/actividad asignado a un vehículo de la flota

El primer paso es conocer cuantos usuarios/conductores o actividades a realizar les será asignado un vehículo.

Establecido el nivel de servicio, obtenemos el número de vehículos y sus capacidades (tipo de vehículo) y el número de conductores si el servicio lo requiere, por lo que tenemos que establecer dos variables como son la distancia máxima a recorrer y las marcas y equipamiento de los vehículos.

Hay que establecer un límite máximo de kilómetros a recorrer en el periodo de estudio, para cumplir con los costes directos o presupuesto determinado con el objetivo de obtener una rentabilidad de la flota. A partir de este límite máximo de kilómetros hay que imponer una política en la que el cliente se haga cargo de los costes variables de operación del vehículo o una parte de ellos.

Por ejemplo en las empresas de *renting* dirigidos a comerciales o directivos de compañías se establecerán solamente un cambio de neumáticos, se limitará el kilometraje a realizar por periodo o se establecerán diferentes tarifas dependiendo del kilometraje recorrido.

Establecido el nivel de servicio tenemos que establecer dos variables como son las marcas y el equipamiento de los vehículos y la distancia máxima a recorrer para calcular el coste o presupuesto de la flota para el periodo de estudio. Cuanta mayor es la distancia máxima a recorrer menor será el presupuesto destinado a la adquisición de los vehículos y por el contrario cuanto mayor es el presupuesto destinado a la adquisición de los vehículos menor será la distancia máxima a recorrer.

Una vez establecido las marcas, el equipamiento de los vehículos y la distancia máxima a recorrer, calculamos los costes variables de operación y el valor residual utilizando la distancia máxima a recorrer, obteniendo los costes directos o presupuesto de la flota para el periodo de estudio. Algunos de estos costes directos y el valor residual hay que hacer una previsión de los mismos o estimarlos.

Si no se cumple el presupuesto se volverá a la elección de otras marcas y/o modelos de vehículos y a la fijación máxima de la distancia a recorrer y se comprueba si se cumple el presupuesto, si ninguna solución cumple el presupuesto se volverá a la fase de establecer el nivel de servicio y el número de vehículos. Si la flota de vehículos cumple con el presupuesto se pasará a la fase de adquisición de los vehículos.

Hay que comprobar que la solución elegida no esta dominada por otra mejor, tal como hemos explicado en nuestro caso teórico-práctico del epígrafe 4.1., si m es el número

óptimo de vehículos de nuestra solución elegida, calcularemos el nivel de servicio y su coste asociado para $m - 1$, -2 , $-3 \dots -n$ vehículos y lo compararemos con nuestra solución elegida, si nuestra solución elegida esta dominada por otra mejor se elegirá esta última.

Otra opción es calcular la relación entre los diferentes niveles de servicio-coste total como hemos realizado en nuestro caso teórico del epígrafe 4.1. y elegir la mejor solución para nuestra flota de vehículos.

5. ADQUISICIÓN DE LOS VEHÍCULOS DE LA FLOTA

La organización tiene que diseñar e implementar la política de adquisición de los vehículos como la modalidad de adquisición, las marcas y la gama, el equipamiento, el tipo de combustible, el tipo de seguro y los proveedores de los vehículos.

5.1.1. Modalidad de adquisición de los vehículos de la flota

Una de las decisiones más importantes en la gestión de la flota de vehículos, es como se adquieren los vehículos, existen varias opciones como adquirirlos en propiedad, en la modalidad de *renting/leasing*, a través de un crédito automoción destinado a la adquisición de vehículos de flotas o utilizando el *car sharing*, cual elegir depende de los siguientes factores:

- La estrategia de la organización

Si la gestión de la flota de vehículos es la actividad principal de nuestra organización (transporte por carretera de personas y mercancías, actividades postales y de correo, etc.), la mejor solución es la adquisición en propiedad, ya que tendremos el control absoluto de los vehículos para desarrollar la estrategia de nuestra organización.

Podemos realizar todas las modificaciones que requieran los vehículos, repararlos en nuestros propios talleres y no tener que esperar a que lo realice un tercero, utilizarlos y retirarlos del servicio cuando deseemos, además de que representan nuestra imagen de marca y pueden ser rotulados con la publicidad de nuestra organización.

Si la gestión de la flota de vehículos es una actividad secundaria de nuestra organización (utilización particular por los directivos o comerciales de nuestra organización), la mejor solución es adquirir los vehículos en la modalidad de *renting/leasing* o utilizar el *car sharing*.

Hay que tener en consideración que los contratos de *renting/leasing* suelen tener una duración mínima de 2 años, si no se cumple con la duración del contrato nuestra organización tiene que pagar una penalización a la compañía de *renting/leasing*, además pueden incluir otros servicios como mantenimiento, neumáticos etc. provocando que nuestra organización tenga mucha menos libertad para gestionar la flota y desarrollar la estrategia de nuestra organización.

- Las características del vehículo y el servicio a realizar

Los vehículos especializados o que necesitan un equipamiento o carrozados a medida para prestar un determinado servicio (transporte por carretera de mercancías, actividades postales y de correo, limpieza viaria, etc.), la mejor solución es la adquisición en propiedad, ya que podemos hacer todas las modificaciones que requieran, además tienen una gran dificultad para su venta por que tienen un mercado de segunda mano muy restringido, y los equipamientos especializados tienen un valor residual prácticamente nulo, provocando que la adquisición en *renting/leasing* sea incluso más costosa o no exista esta posibilidad.

Los vehículos que son utilizados para realizar un servicio de transporte de viajeros geográficamente y que no requieran ninguna modificación (los directivos y/o comerciales de una compañía, alquiler de vehículos etc.) la mejor solución es adquirirlos en la modalidad de *renting/leasing*.

- Consideraciones financieras y fiscales

La adquisición en propiedad requiere de una inversión inicial, por el contrario la modalidad *renting/leasing* requiere de menor capacidad financiera de nuestra organización y se considera como gasto en la cuenta de resultados.

Hay que establecer la posibilidad de adquirir vehículos de segunda mano, ya que los vehículos con edades bajas tienen prácticamente las mismas prestaciones y costes que un vehículo nuevo, pero son más económicos de adquirir, así mismo hay que establecer la edad máxima que deben tener estos vehículos para poder ser adquiridos.

- El mercado donde opera nuestra organización

Si nuestra organización opera en un mercado con una gran variabilidad en la demanda a corto-medio plazo, el número óptimo de vehículos que necesita nuestra organización variará en el tiempo considerablemente, y por lo tanto la mejor solución es adquirir los vehículos en propiedad ya que los podemos retirar del servicio y venderlos cuando queramos.

Si nuestra organización opera en un mercado estable sin variabilidad en la demanda a corto-medio plazo, el número óptimo de vehículos que necesita nuestra organización

prácticamente no variará en el tiempo, la mejor solución es adquirir los vehículos en la modalidad de *renting/leasing* o utilizar el *car sharing*.

En algunos concursos públicos de servicios municipales como contratos de limpieza viaria o recogida de basuras por los requerimientos y especificaciones del mismo, la flota de vehículos ha de ser adquirida en propiedad.

- Subcontratación de parte de la flota.

Una solución intermedia es adquirir una parte de la flota de la organización en propiedad por debajo del número óptimo, y el resto de vehículos hasta el número óptimo se renta/subcontrata a un tercero, con lo que tendremos una gran flexibilidad para adaptarnos a la demanda, esta práctica es frecuentemente realizada por las empresas de reparto de mercancía y paquetería, por que existe una gran oferta de transporte de trabajadores autónomos con su propio vehículo.

5.1.2. Elección de las marcas y gama de los vehículos de la flota

Un vehículo de similares capacidades, tamaño, potencia, combustible o funcionalidad puede ser adquirido en diferentes tipos de marcas como *premium* o de medio y bajo coste, y gamas como alta, media y baja. La organización tiene que establecer que marcas de vehículos y que tipo de gama de vehículos a adquirir, cuales elegir depende de los siguientes factores:

- Coste de adquisición

El coste de adquisición es uno de los factores más importantes cuando adquirimos un vehículo, vehículos de marcas *premium* y/o gama alta tienen mayores costes de adquisición que vehículos de marcas de medio y bajo coste y/o gamas media y baja.

- Coste de mantenimiento y reparación

Vehículos de marcas *premium* y/o gama alta tienen mayores costes de mantenimiento y reparación que vehículos de marcas de medio-bajo coste y/o gamas media y baja. Algunas marcas de vehículos y/o modelos tienen más recambio alternativo que otras, y puede

suponer hasta un ahorro de costes del 30-40% en esta partida, si la organización tiene una gran flota de vehículos en propiedad con sus propios talleres.

- Impuesto de matriculación y de circulación

En España, el coste del impuesto de matriculación depende de las emisiones contaminantes del vehículo; los vehículos de las marcas *premium* suelen tener motores de mayor cilindrada y potencia que tienen mayores emisiones contaminantes que las marcas de medio y bajo coste, y por lo tanto el coste del impuesto de matriculación y de circulación son menos económicos.

- Consumo de combustible

La gama alta de vehículos suelen tener motores de mayor cilindrada y potencia que las marcas de medio y bajo coste, y por lo tanto consumen más combustible para la misma distancia recorrida.

- Valor residual del vehículo

Ciertas marcas de vehículos tienen mayores valores residuales que otras y es debido a varios factores como su imagen de marca, fiabilidad, bajo mantenimiento o facilidad de reparación.

- La imagen de nuestra organización

Vehículos de marcas *premium* y/o gama alta representan mejor la imagen de nuestra organización que marcas de medio y bajo coste y/o gamas media y baja.

- La operatividad del vehículo

Vehículos de marcas *premium* y/o gama alta tienen mejor tecnología, funcionalidad, operatividad, durabilidad, seguridad y fiabilidad que marcas de medio y bajo coste y/o gamas media y baja.

- El respecto al medioambiente

Ciertas marcas de vehículos son más respetuosas con el medioambiente que otras por que sus vehículos emiten menos emisiones contaminantes y muchos de sus componentes se pueden reciclar.

- El mercado objetivo de nuestra organización

Si el servicio que prestamos va dirigido a clientes de gran poder adquisitivo se adquirirán vehículos de marcas *premium* y/o gama alta, en caso contrario se adquirirán vehículos de marcas de medio y bajo coste y/o gama media y baja.

- El servicio que presta nuestra organización

Si los vehículos que utilizamos para prestar el servicio son indiferentes para los clientes/usuarios, adquiriremos marcas de medio y bajo coste y/o gamas media y baja que son más económicas.

- Sistema de gratificación de los trabajadores de nuestra organización

Se recomienda adquirir vehículos de marcas *premium* y/o gama alta para los directivos de nuestra organización, en el resto de los casos se adquirirán marcas de medio y bajo coste y/o gamas media y baja.

- La especialización del vehículo

A mayor especialización del vehículo, el número de marcas y gamas se reduce, por lo tanto solamente tendremos unas pocas marcas donde adquirir el vehículo.

- El tipo de combustible

Dependiendo del tipo de combustible que utilice el vehículo, este solamente puede ser adquirido en ciertas marcas y/o gamas, por ejemplo los vehículos eléctricos solo están disponibles en gamas altas o bajas y solamente pueden ser adquiridos en ciertas marcas.

Un caso particular es en el ámbito humanitario, en el que dos marcas de vehículos como Toyota y Nissan acaparan casi la totalidad del mercado y por lo tanto tenemos que elegir entre una de estas dos marcas, además estas marcas tienen un elevado valor residual en los países que son utilizados por las organizaciones no gubernamentales para labores humanitarias por su facilidad de mantenimiento y reparación.

Una solución mixta es adquirir un conjunto de vehículos de cada marca de vehículos y/o gama que son destinados a diferentes clientes dependiendo de las características, utilización y objetivos de estos.

5.1.3. Elección del tipo de equipamiento de los vehículos de la flota

La organización tiene que establecer que opciones de equipamiento se pueden adquirir y depende de los siguientes factores:

- Coste de adquisición

Cuanto más equipamiento tenga el vehículo mayores son los costes de adquisición, mantenimiento y reparación del mismo.

- La especialización del equipamiento

Cuanto más especializado sea el equipamiento, mayores costes de adquisición, mantenimiento y reparación, y además su valor residual es prácticamente nulo.

- La funcionalidad del equipamiento

El equipamiento a adquirir debe ser útil y funcional para los clientes/usuarios de los vehículos.

- El tipo de equipamiento

La organización debe dar prioridad a adquirir equipamiento en seguridad que a otro tipo de equipamiento.

5.1.4. Elección del tipo de combustible de los vehículos de la flota

En el mercado podemos adquirir vehículos propulsados utilizando uno o dos (híbrido) de las siguientes fuentes de energía: combustibles fósiles, hidrógeno, aire comprimido, gas natural o eléctrico. La organización tiene que establecer el tipo de combustible a utilizar en los vehículos y depende de los siguientes factores:

- Coste de adquisición

Para el mismo modelo de vehículo, la versión en diésel o gasolina tienen menores costes de adquisición que el resto de los combustibles, sin embargo las administraciones públicas ofrecen incentivos fiscales, subvenciones y otro tipo de ventajas para mitigar este mayor precio de adquisición.

- Coste de mantenimiento y reparación

El coste de mantenimiento y reparación para el mismo modelo de vehículo en la versión diésel y gasolina son menores que en el resto de los combustibles.

- Coste del combustible

El coste de ciertos combustibles son más económicos que otros, el coste de la energía de un vehículo eléctrico es mucho más económico que un vehículo diésel o gasolina.

- Coste de matriculación

Cuanto menos emisiones contaminantes tenga un vehículo, más económico es el impuesto de matriculación, por lo tanto el impuesto de matriculación es más caro en los vehículos diésel y gasolina que en el resto de los combustibles.

- Consumo de combustible

El consumo de combustible en los vehículos diésel y gasolina son mayores que para el resto de los combustibles.

- Coste del combustible

Si el coste del diésel o de la gasolina son elevados, incentivan la adquisición de vehículos que utilizan otros combustibles alternativos, por el contrario si el coste del diésel o de la gasolina son bajos, desincentivan la adquisición de vehículos que utilizan otros combustibles alternativos. El coste de la energía eléctrica es mucho más económico que el coste de los combustibles fósiles.

- El tipo de vehículo

Determinados tipos de vehículos solo pueden ser adquiridos en ciertos combustibles como los vehículos pesados que pueden utilizar principalmente diésel o gas natural.

- Valor residual

Ciertos combustibles tienen mayores valores residuales que otros, los vehículos eléctricos tienen menores valores residuales que un vehículo diésel o gasolina debido a la vida útil de las baterías y su coste de adquisición.

- Kilómetros recorridos durante la vida del vehículo

Para un mismo modelo de vehículo, marca y potencia utilizando diferentes combustibles, hay un cierto número de kilómetros en el que unos combustibles tienen menor coste de la vida del vehículo (*TCO-Total Cost of Ownership*) que otros, y por lo tanto tenemos que calcular cuantos kilómetros tenemos que realizar para que suceda esto.

- Respecto al medioambiente

Los combustibles no fósiles son más respetuosos con el medio ambiente, por que emiten menos o ninguna emisión contaminante.

- Utilización intensiva del vehículo

Si utilizamos de forma intensiva los vehículos de nuestra flota, la mejor opción es utilizar vehículos diésel o de gasolina ya que el tiempo de repostar el combustible es de unos pocos minutos, por el contrario el tiempo de recargar un vehículo eléctrico es más prolongado

dependiendo de la infraestructura que haya disponible y puede durar desde las ocho horas hasta los 20 minutos dependiendo del tipo de recarga.

- La estrategia de la compañía

El combustible a utilizar en nuestros vehículos debe desarrollar la estrategia general de nuestra compañía. Si uno de los pilares básicos de la estrategia de nuestra compañía es el respecto al medioambiente, nuestra flota de vehículos debería tener vehículos que no contaminen como eléctricos y si utilizamos combustibles fósiles los que menores emisiones contaminantes tengan o utilizar una composición de ambos como son los vehículos híbridos.

- Autonomía de los vehículos

Este un factor clave, por que debemos tener una autonomía mínima para la prestación del servicio y por lo tanto no podremos utilizar vehículos eléctricos en nuestra flota si no cumplen con esta autonomía mínima.

- La infraestructura disponible

Para poder utilizar ciertos combustibles necesitamos una infraestructura mínima, si esta no esta suficientemente desarrollada nos limita la utilización del vehículo a un área geográfica. Los vehículos diésel y de gasolina tienen una infraestructura muy desarrollada para repostar el combustible en cualquier ámbito geográfico que el resto de combustibles.

- El tipo de conducción

La forma de conducción del vehículo tiene una gran influencia en el tipo de fuente de energía a utilizar. Si los vehículos se utilizan en entornos urbanos, donde se producen multitud de frenadas, la utilización de vehículos híbridos es recomendable, por el contrario si utilizamos el vehículo en entornos interurbanos (autopistas) donde hay apenas frenadas la utilización de un vehículo híbrido no es recomendable.

Una solución mixta es adquirir un conjunto de vehículos que utilicen diferentes tipos de combustible que son destinados a diferentes clientes/usuarios dependiendo de las características, utilización y objetivos de estos.

5.1.5. Elección del tipo de seguro de los vehículos de la flota

Un vehículo se puede asegurar principalmente en tres modalidades como a todo riesgo, a todo riesgo con franquicia o a terceros, cual elegir depende de los siguientes factores:

- Coste del seguro

Un seguro a todo riesgo es el menos económico de las tres modalidades pero cubre la totalidad de los daños del vehículo.

- Importancia del vehículo

En una flota de vehículos, hay unos vehículos que son más importantes que otros, por lo tanto es aconsejable que tengan un seguro a todo riesgo, y el resto de los vehículos un seguro a todo riesgo con franquicia o a terceros.

- Valor del vehículo

Cuanto mayor es el valor del vehículo mayor es el coste del seguro y por lo tanto es aconsejable que tenga un seguro a todo riesgo.

- Edad del vehículo

Cuanto mas años tenga un vehículo menor valor residual tiene este, por lo tanto un seguro a todo riesgo no compensa económicamente a partir de una cierta edad del vehículo, y es aconsejable tener un seguro a todo riesgo con franquicia o a terceros.

- El número de reportes al seguro

Si reportamos multitud de incidentes a la compañía del seguro, la opción más aconsejable es el seguro a todo riesgo, si reportamos pocos incidentes es aconsejable tener un seguro a todo riesgo con franquicia o a terceros.

Hay que tener en consideración que ciertos contratos de *renting/leasing* el seguro del vehículo esta incluido.

5.1.6. Elección de los proveedores de los vehículos de la flota

La organización tiene que establecer cuales son los proveedores de los vehículos. Si el vehículo se adquiere en propiedad, este se adquirirá directamente con el fabricante, o el distribuidor oficial en el país, si el vehículo se adquiere en la modalidad de *renting/leasing* hay que elegir la compañía de *renting/leasing*, cual elegir depende de los siguientes factores:

- Coste del contrato

Hay que comparar entre las diferentes ofertas económicas de las compañías de *renting/leasing* para una misma marca y modelo de vehículo, unas compañías son más competitivas en ciertas marcas y modelos que otras.

- La duración del contrato

Hay que tener en consideración cual es la duración mínima y máxima del contrato que podemos contratar, si se adapta a nuestra política de renovación de los vehículos, y cual es la penalización si no cumplimos la duración del mismo.

- Servicios incluidos en el contrato

Hay que tener en consideración los servicios que incluye el contrato como mantenimiento, seguro, asistencia en carretera, neumáticos, gestión de multas, gestión de accidentes etc.

- Flexibilidad del contrato

Hay que tener en consideración si el contrato tiene condiciones flexibles como el coste de cada kilómetro adicional a partir de un cierto número de kilómetros contratados, el número de gestión de multas incluido, la elección del taller, el tipo de seguro o el número de cambios de neumáticos incluido.

- Servicios telemáticos

Hay que tener en consideración si la compañía de *renting/leasing* ofrece servicios telemáticos para el seguimiento de los vehículos como el consumo de combustible, GPS (*Global Positioning System*) o la forma de conducción del conductor.

- Tiempo de entrega del vehículo

Hay que tener en consideración el tiempo que transcurre desde que solicitamos un vehículo hasta que no lo entregan en nuestras instalaciones.

- La forma de pago

Hay que tener en consideración las facilidades y formas de pago de la compañía de *renting/leasing*.

Se aconseja tener como máximo dos proveedores de vehículos de fabricantes y/o compañías de *renting/leasing* para reducir costes y obtener mejores precios debido al volumen contratado.

5.1.7. Factores organizativos

La organización tiene que tener en consideración los siguientes factores organizativos para la adquisición de los vehículos.

Establecer una central de adquisición de los vehículos, con los siguientes objetivos: realizar todas las adquisiciones de los vehículos; autorizar la adquisición de los vehículos; gestionar a los proveedores de los vehículos; negociar los acuerdos marco con los proveedores de los vehículos; evitar duplicidades; y controlar el presupuesto asignado para la adquisición de los vehículos, el proceso de adquisición de los vehículos y que la organización tiene el número óptimo de vehículos establecido.

La organización tiene que estandarizar que vehículos se pueden adquirir, por lo tanto tiene establecer que marcas, los modelos, el tipo de combustible y el equipamiento a elegir con el objetivo de: conseguir mejores costes de adquisición, mantenimiento y reparación de los vehículos alcanzando acuerdos marcos con los proveedores de los vehículos .

Otra forma de adquisición de los vehículos es la realización de un concurso, en el que nuestra organización presente un pliego de condiciones y las compañías concurrentes presenten sus ofertas, y elegir la que mejor se adapte a nuestras necesidades, requerimientos y objetivos de nuestra organización.

6. OPERACIÓN DE LOS VEHÍCULOS DE LA FLOTA

La organización tiene que diseñar e implementar la política de operación de los vehículos como la gestión del mantenimiento, la gestión de las averías, la gestión de los recambios, el control y reducción del consumo de combustible, la gestión de los neumáticos, la prevención y reducción de los accidentes de tráfico o la utilización de talleres propios o externos.

La organización tiene que redactar y establecer un manual de operaciones de los vehículos de la flota concerniente al mantenimiento, la utilización de los vehículos, la seguridad, el consumo de combustible, la forma de conducir y que hacer en caso de accidente o avería que debe ser entregado y explicado a cada conductor y/o responsable del vehículo.

El objetivo en la operación de los vehículos es que estén el máximo tiempo disponible para cumplir el nivel de servicio establecido, con los menores costes variables de operación posibles. Las principales actividades de operación de los vehículos se desarrollan a continuación.

6.1.1. Gestión del mantenimiento de los vehículos de la flota

La gestión del mantenimiento es una de las actividades más importantes de la gestión de la flota de vehículos, por que no realizar el mantenimiento en el periodo establecido y según las especificaciones del fabricante del vehículo tiene las siguientes consecuencias: la posibilidad de rotura del motor por no cambiar el aceite o la correa de distribución; no detectar posibles averías o elementos desgastados que afectan a la seguridad del vehículo, el deterioro de las condiciones de utilización; y tener un mayor número de averías, accidentes, consumo y emisiones contaminantes.

La organización tiene que establecer el sistema para planificar con suficiente antelación el mantenimiento de los vehículos, para ello se tiene que conocer el kilometraje o las horas del vehículo regularmente como cada semana o mes. La mejor solución es utilizar un sistema telemático que reporta este dato automáticamente, si no disponemos de un servicio telemático la organización tiene que establecer:

- Un responsable que reporte este dato cada semana o mes, y que puede ser el mismo conductor del vehículo o un responsable de un conjunto de vehículos

- La forma de realizarlo como introduciendo los datos en el sistema directamente, o comunicándolo al responsable de la gestión del mantenimiento por teléfono, SMS (*Short Message Service*), mensaje de correo electrónico o fax

Una vez obtenido los kilómetros u horas que tiene el vehículo, se planifica el mantenimiento teniendo en consideración una previsión media de la utilización del vehículo por semana o mes, obteniendo una fecha aproximada para la realización del mismo.

La planificación del mantenimiento debe ser entregada al responsable o al conductor del vehículo para que este conozca cuando lo debe realizar.

Si un vehículo no ha realizado el mantenimiento en su periodo correspondiente hay que comunicarlo al responsable del vehículo inmediatamente, y este vehículo tendrá prioridad para realizar el mantenimiento antes que otros vehículos.

La organización tiene que establecer que vehículos tienen prioridad para la realización del mantenimiento y la reparación de averías por que en la flota habrá vehículos más valiosos para la prestación del servicio que otros, por lo tanto estos vehículos tienen que tener prioridad sobre el resto.

La organización tiene que seguir las instrucciones del fabricante del vehículo, y cumplir la legislación vigente para el mantenimiento de los vehículos y la reparación de las averías.

6.1.2. Gestión y análisis de las averías de los vehículos de la flota

La organización tiene que implantar un sistema de prevención y análisis de las averías, debido a que una avería en un vehículo causa los siguientes inconvenientes: una parada del vehículo por un determinado tiempo en el que este no puede ser utilizado para prestar el servicio; el coste de la avería; el coste de la grúa si se necesita; el coste de sustitución del vehículo; puede causar un accidente; puede ocasionar que el vehículo no cumpla con la inspección técnica de vehículos (ITV); deterioro de la imagen de nuestra organización; y los posibles problemas para los clientes/usuarios si la avería se produce cuando están utilizando el vehículo.

Para asegurar la seguridad de los vehículos y prevenir la aparición de averías la organización tiene que implantar las siguientes medidas:

- Un vehículo antes y después de ser utilizado para la prestación del servicio ha de ser chequeado en ciertos puntos mecánicos y de seguridad como motor, neumáticos, frenos, suspensión, dirección, retrovisores o cinturones de seguridad. Para la realización de este chequeo se elaborará una ficha con todas las acciones a realizar, y si se anotarán todos los defectos y averías que tiene el vehículo, si el vehículo tiene una avería o defecto grave no se utilizará, en caso contrario al finalizar la utilización del vehículo si se ha producido algún incidente y/o avería se anotará en la ficha de chequeo que tiene que ser entregada al responsable del vehículo o gestor de la flota, y una copia ha de quedarse en el vehículo para que el siguiente usuario conozca el estado del vehículo. Los defectos o averías que presente el vehículo han de ser reparados inmediatamente
- En una flota de vehículos alrededor del 20% de las averías en determinados sistemas o componentes causan el 80% de los costes de las mismas (análisis ABC), y estas se producen por diversas razones como no realizar el mantenimiento en el periodo adecuado según las instrucciones del fabricante, una utilización inapropiada de los vehículos, fallo en los materiales, desgaste o mal diseño de los componentes. Por lo tanto hay que identificar este 20% de averías, para ello tenemos que clasificar las averías y sus costes por sistema como motor, transmisión, dirección, carrocería, iluminación etc. y dentro de estos sistemas por subsistemas. Una vez clasificadas se analizan para saber cuales son las que nos producen el 20% de las averías, cual es su causa y establecer las medidas preventivas para que no se produzcan.

Por ejemplo si un componente se avería frecuentemente, una solución es buscar otro proveedor del mismo, o si tenemos averías que son causadas por la forma de conducción, la mejor solución es dar formación a los usuarios/conductores.

Las averías es en algunos casos un factor a tener en consideración en la adquisición del tipo de vehículo, si tenemos un vehículo que es utilizado en entornos urbanos con muchas paradas y arranques con una gran carga de mercancía, para evitar averías en la caja de cambios o problemas con el embrague, una solución es comprar los vehículos con transmisión automática.

6.1.3. Gestión de los recambios de los vehículos de la flota

La organización tiene que establecer que tipo de recambios se utilizan en la flota de vehículos como el recambio suministrado por el fabricante del vehículo o por otros proveedores. Hay que tener en consideración esta partida si tenemos una gran flota de vehículos en propiedad y nuestros propios talleres.

Alrededor del 80% de los componentes de un vehículo esta realizado por proveedores externos, los cuales suministran estos componentes (recambios) al fabricante del vehículo y al mercado de recambio. La única diferencia entre el recambio de un proveedor externo y el del fabricante del vehículo en el mercado del recambio es el empaquetamiento, en el que cada uno pone su marca comercial siendo el recambio el mismo, ya que esta fabricado por el proveedor externo.

Existen otro tipo de fabricantes de recambios independientes que solo fabrican y suministran al mercado de recambio y no suministran componentes (recambios) a los fabricantes de los vehículos.

La principal ventaja de utilizar un recambio alternativo es que es más económico que los suministrados por el fabricante del vehículo, y puede suponer hasta un ahorro de costes del 40% en esta partida, la existencia de recambio alternativo depende de los siguientes factores:

- La especialización del recambio

Cuanto más especializado sea un recambio, existe menos recambio alternativo y proveedores de los mismos. En componentes de gran rotación como pastillas de freno, filtros, embragues etc. hay un gran mercado de recambio alternativo.

- Marca del vehículo

Marcas de vehículos que son grandes fabricantes tienen mucho más recambio alternativo que fabricantes pequeños.

- La distribución del recambio alternativo

Dependiendo del país, el fabricante del recambio alternativo puede estar presente o realizar la distribución a través de un socio comercial del propio país.

- La legislación vigente

Existe una legislación vigente que regula la fabricación y la comercialización del recambio alternativo.

Alrededor de un 20% de los recambios nos causan el 80% de los costes totales en los mismos (análisis ABC), por lo tanto hay que identificar que recambios son estos. Para ello, los recambios y sus costes deben ser clasificados por sistemas como motor, transmisión, dirección, carrocería, iluminación etc. y dentro de estos sistemas por subsistemas. Una vez clasificados se analizan por sistema para saber cuales son los que nos producen el 80% de los costes y buscar los proveedores de recambios alternativos. Hay que tener en consideración que lo normal es que exista una relación entre las averías más comunes y los recambios para arreglar estas.

La búsqueda de los fabricantes de recambio alternativo se puede realizar de varias formas, como utilizar los servicios de una compañía como Tecdoc (<http://www.tecdoc.de/es/home.html>), los directorios que son publicados por las asociaciones de fabricantes de componentes (recambios) de cada país, en el caso de España es Sernauto, (<http://www.sernauto.es/>) o las ferias de fabricantes de componentes /recambios como Automechanika (<http://automechanika.messefrankfurt.com/global/en/besucher/willkommen.html>).

Se recomienda la adquisición de recambio alternativo de las siguientes formas: llegar a un acuerdo marco con cada fabricante de recambio alternativo o su socio comercial en el país; llegar a un acuerdo marco con un distribuidor mayorista de recambios en el que incluya varios fabricantes de recambio; o utilizar una plataforma online de venta de recambios que reúna multitud de proveedores.

El acuerdo marco debe realizarse por porcentaje de descuento sobre el precio de venta al público (PVP) del recambio por marcas y/o familias de recambios como filtros, embragues, pilotos etc. y/o con un rappel de descuento por la facturación total anual.

6.1.4. Control y reducción del consumo de combustible de los vehículos de la flota

La organización tiene que diseñar y establecer las medidas adecuadas para controlar y reducir el consumo de combustible y las emisiones contaminantes debido a que el consumo de combustible puede suponer alrededor del 70%-80% de los costes variables de operación y el 30% de los costes directos, y es el principal responsable de las emisiones contaminantes de una flota de vehículos si utilizamos un combustible fósil como el diésel o la gasolina.

El consumo de combustible en un vehículo depende de los siguientes aspectos como la forma de conducir, el tipo de combustible, la antigüedad del vehículo, el equipamiento del vehículo, las condiciones atmosféricas, la estacionalidad, las condiciones del tráfico, los horarios de utilización del vehículo, las características del motor, el peso del vehículo, la resistencia al avance y de rodadura, el tipo de rutas, la presión de los neumáticos, la aerodinámica del vehículo, las condiciones de la vía o la calidad del combustible.

Las principales acciones hay que realizarlas sobre los conductores de los vehículos, ya que son las que mayor impacto causan en la reducción del consumo de combustible, estas son principalmente las siguientes: dar formación en conducción eficiente; utilizar dispositivos de ayuda a la conducción que controlen y corrijan la forma de conducir; establecer una clasificación de conductores cuyo consumos son los menores y compartir sus mejores prácticas con el resto de conductores; o implantar un sistema de incentivos para la reducción del combustible.

Otras medidas para la reducción del combustible son las siguientes: utilizar limitadores de velocidad; utilizar neumáticos de baja resistencia a la rodadura; realizar el mantenimiento en el periodo y según las instrucciones del fabricante del vehículo; utilizar dispositivos que apaguen el motor en paradas prolongadas de los vehículos (*idle time*); planificar el recorrido con antelación; utilizar dispositivos aerodinámicos en el vehículo; controlar el uso privado de los vehículos; tener la presión de los neumáticos adecuada; controlar el peso de la carga que transportamos; evitar atascos; asignar a los vehículos de menor consumo las rutas más largas; o reprogramar la centralita del motor.

Para saber el consumo de combustible hay que medirlo, si disponemos de un servicio telemático o utilizamos tarjetas de combustible, el consumo se reporta automáticamente, si no disponemos de un servicio telemático la organización tiene que establecer:

- Un responsable que reporte este dato y que puede ser el mismo conductor del vehículo o un responsable de un conjunto de vehículos
- La forma de realizarlo como introduciendo los datos en el sistema directamente, o comunicándolo al responsable de la gestión de la flota por teléfono, SMS, mensaje de correo electrónico o fax

El reporte de este dato puede realizarse cada vez que repostemos combustible o cada cierto periodo de tiempo como cada semana o mes, así mismo hay que reportar los kilómetros del vehículo y la fecha de recogida de datos para calcular el consumo de litros por cada 100 kilómetros.

Los datos del consumo de los vehículos, pueden ser analizados y estructurados aplicando las siguientes técnicas:

- Estadística descriptiva: presentar y caracterizar un conjunto de datos como el consumo medio, consumo máximo y mínimo, rango del consumo, que 20% de los conductores, vehículos, rutas etc. nos producen el 80% del consumo de combustible
- Modelos de regresión lineal o múltiple: relacionar una variable con una o múltiples variables como la relación entre el consumo de combustible y el kilometraje del vehículo
- Análisis de la varianza: detectar diferencias entre grupos de datos como conocer si hay diferencias entre marcas de vehículos, rutas, conductores etc. en el consumo de combustible
- Análisis multivariante: analizar simultáneamente conjuntos de datos multivariantes como identificar patrones de comportamiento: los conductores con mayor consumo de combustible son aquellos que tienen una edad de 32 años, una experiencia de 3 años, no han recibido ningún curso de conducción eficiente y conducen de forma agresiva
- Investigaciones de operaciones: utilizar modelos matemáticos con el objetivo de obtener la mejor solución óptima para un problema con recursos limitados como

optimizar las rutas, el tamaño de la flota etc. para reducir el consumo de combustible total

La información que obtenemos para la reducción y control del combustible aplicando estas técnicas son las siguientes:

- Identificar los conductores, vehículos y rutas con mayor consumo de combustible de lo esperado
- Identificar los conductores que tienen una conducción no eficiente
- Identificar los conductores que pasan la velocidad máxima establecida
- Identificar si es viable la incorporación de dispositivos de *idle time* que nos apagan el motor en paradas prolongadas
- Identificar si es viable la compra de un depósito de combustible propio donde nuestros vehículos puedan repostar y por lo tanto el precio del combustible es más económico
- Nos permite planificar el recorrido con antelación, obteniendo la ruta mas corta o con menos tráfico
- Nos permite controlar el uso indebido de los vehículos
- Nos permite conocer si el combustible es utilizado para usos privados
- Asignar los vehículos con menor consumo a las rutas más largas
- Identificar patrones de comportamiento relacionados con el consumo de combustible
- Nos permite conocer si podemos adquirir vehículos híbridos o eléctricos que cumplan los requisitos de la operativa de nuestra flota

Si tenemos una gran flota en propiedad es recomendable tener nuestros propios depósitos de combustible donde nuestros vehículos puedan repostar, esto confiere unas ventajas

como que el combustible es más económico al comprar grandes cantidades, el control del repostaje más sencillo y eficaz, y la flexibilidad de repostaje para nuestra flota.

Utilizando futuros y/o opciones sobre el precio del combustible podemos realizar coberturas con el objetivo de beneficiarnos de las bajadas del precio del combustible o tener un precio del combustible fijo para un periodo de tiempo.

Si nuestra flota utiliza combustibles alternativos, lo más recomendable es compartir las instalaciones de recarga del combustible con otras organizaciones, debido al coste de las mismas.

6.1.5. Elección, control y seguimiento de los neumáticos de los vehículos de la flota

La organización tiene que diseñar y establecer un sistema para el control y seguimiento de los neumáticos debido a que pueden suponer alrededor del 15-20% de los costes variables de operación y entre un 3-5% de los costes directos de la vida del vehículo.

Los neumáticos son unos de los principales elementos de seguridad de un vehículo, que pueden transformar el tacto del mismo y pueden convertirlo de un vehículo seguro a no seguro dependiendo de la marca y/o modelo de los neumáticos, por lo tanto la organización tiene que establecer que marcas de neumáticos, si *premium* o de bajo coste se deben utilizar en la flota.

La presión y el estado del neumático son elementos fundamentales en la seguridad de los vehículos, en el consumo de combustible y en la durabilidad del neumático, y debe ser chequeada antes de la utilización del vehículo.

El objetivo en la elección de la marca y modelo del neumático es minimizar el coste por Km., preservando unas condiciones mínimas de seguridad. En la elección de la marca y modelo de un neumático hay que tener en consideración los siguientes factores:

- Coste del neumático

Determinadas marcas y/o modelos de neumáticos son más económicas que otras. Las marcas *premium* son menos económicas que las de bajo coste.

- El coste por kilómetro del neumático

El principal indicador para hacer el control y seguimiento de los neumáticos es el coste por Km. recorrido. Determinadas marcas y/o modelos de neumáticos tienen menores costes por kilómetro que otras.

- Profundidad de la banda de rodadura inicial

Determinadas marcas y/o modelos de neumáticos tienen diferente profundidad de banda de rodadura inicial. Las marcas *premium* tienen mayor profundidad de la banda de rodadura que las de bajo coste.

- La tasa de desgaste

La tasa de desgaste de la banda de rodadura de un neumático depende de varios factores del mismo como la profundidad de la banda de rodadura, la composición, el dibujo o la estructura, y a factores externos como la forma de conducir el vehículo, las condiciones atmosféricas, la velocidad, y donde es utilizado el vehículo como en entornos urbanos o interurbanos, y por lo tanto unas marcas y/o modelos de neumáticos tienen mayor tasa de desgaste que otros.

- Número de incidencias

Determinadas marcas y/o modelos neumáticos son más propensos a tener más incidencias como pinchazos, reventones, daños en el costado etc. que otros, y estas incidencias suponen un coste de reparación y de no disponer el vehículo durante un periodo de tiempo y en algunos casos el uso de una grúa con su coste asociado. Las marcas *premium* tienen menor número de incidencias que las de bajo coste.

- Las características técnicas

Las características técnicas de un neumático son el agarre en seco y en mojado (*aquaplaning*), la distancia de frenado en seco y en mojado, la agilidad en seco y mojado, la adherencia lateral, la resistencia a la rodadura, la sonoridad, la velocidad máxima y el peso máximo que soporta el neumático. Las marcas *premium* tienen mejores características técnicas que las de bajo coste.

- Utilización del neumático

Existen una gran variedad de neumáticos dependiendo de su utilización, como neumáticos de verano, invierno, reforzados en los flancos, baja resistencia a la rodadura o macizados.

El sistema para el control y seguimiento de los neumáticos tiene que registrar la siguiente información:

- El coste del neumático, pinchazos y reparaciones

Hay que tener en consideración todos los costes que afectan a la adquisición, reparación y mantenimiento del neumático, así como los de parada del vehículo debido a las incidencias con los neumáticos.

- El motivo por el cual se retira el neumático

Hay que establecer las siguientes categorías por las que se retira el neumático como gastado, dañado, desinflado, desgaste irregular, rodaje sin presión, daños en el costado, roces en el costado y diferencia profunda en gemelas.

- El kilometraje realizado con el neumático

Hay que registrar los kilómetros que tiene el vehículo cuando se monta y se retira el neumático.

- La profundidad de la banda de rodadura

Hay que registrar la profundidad en milímetros de la banda de rodadura cuando se monta y retira el neumático.

- Las características del neumático

Hay que registrar las características del neumático como la marca, el modelo, el perfil del neumático, la velocidad máxima o el peso máximo para el que están diseñados.

- Posición del neumático

Hay que registrar en que vehículo se monta y en que posición.

Con estos datos obtenemos información muy valiosa para la elección de las marcas, modelo y perfiles de los neumáticos, y tomar las medidas adecuadas para la optimización de la utilización de los mismos, la principal información que podemos obtener es la siguiente:

- El coste por Km. por marca, modelo y perfil de neumático, para su cálculo se utilizará la media aritmética de todos los neumáticos que sean de la misma marca, modelo y perfil
- El porcentaje de utilización de la profundidad de la banda de rodadura inicial por marca, modelo y perfil de neumático, para su cálculo se utilizará la media aritmética de todos los neumáticos que sean de la misma marca, modelo y perfil
- Cuales son los principales motivos de la retirada de los neumáticos y tomar las medidas adecuadas para que el principal motivo de retirada sea por desgaste
- Comparar si hay diferencias significativas entre los diferentes tipos de retirada del neumático por rutas, vehículos, conductores etc. utilizando la técnica estadística de tablas de contingencia
- Conocer patrones de comportamiento como la relación entre la utilización de ciertas marcas, modelos y perfiles de neumáticos con el número de accidentes o el consumo de combustible utilizando las técnicas estadísticas de componentes principales y/o regresión logística

La recogida de datos y el seguimiento de los neumáticos requieren de un gran esfuerzo y recursos por parte de la organización, si tenemos una gran flota podemos realizarlo solamente sobre un conjunto de vehículos y extrapolarlo al resto de la flota.

Otra alternativa, si no podemos recoger cuantos kilómetros realizamos con el neumático por la operativa del servicio que prestamos o por que no disponemos de los recursos necesarios es utilizar el coste por milímetro de la banda de rodadura utilizada, esta alternativa requiere

medir la profundidad de la banda de rodadura del neumático cuando se monta y se retira del vehículo.

Los neumáticos de marcas de bajo coste están peor diseñados, fabricados, están hechos de peores materiales, tienen peores características técnicas y por lo tanto peor seguridad y normalmente tienen mucha menos profundidad de rodadura inicial que los neumáticos de marcas *premium*.

Por estas razones el coste por kilómetro suele ser más elevado en los neumáticos de bajo coste que en los neumáticos de marcas *premium* y por lo tanto se recomienda utilizar marcas *premium* de neumáticos.

Hay que tener en consideración que la única ventaja de los neumáticos de bajo coste sobre las marcas de neumáticos *premium* es el coste de adquisición que es más económico.

6.1.6. Prevención y reducción de los accidentes de tráfico de los vehículos de la flota

La organización tiene que diseñar y establecer un sistema para la prevención y reducción de los accidentes de tráfico por que alrededor de un 15-20% de los vehículos de una flota tiene un accidente de tráfico en el transcurso de un año, los cuales representan un alto coste para una organización, debido a las siguientes razones: el vehículo no se puede utilizar durante un cierto periodo de tiempo para la prestación del servicio; el coste de la reparación; el coste de sustitución del vehículo; la posible pérdida de la mercancía transportada; y las posibles lesiones que el conductor, usuarios y terceras personas pueden sufrir.

Existen varias causas por las que se produce un accidente de tráfico como fallo mecánico (falta de mantenimiento o fallo de los materiales), condiciones climatológicas (niebla, lluvia, humedad o luminosidad) o las condiciones de la vía (huecos, grietas, hundimientos u obstáculos), pero la más importante es el factor humano que causan alrededor del 70% de los accidentes de tráfico.

La falta de experiencia, conducir bajos los efectos del alcohol u otras sustancias, conducir con fatiga o sueño, las distracciones, el exceso de velocidad o desobedecer las señales de tráfico suelen ser las causas más comunes de accidentes por factor humano.

Los conductores y usuarios de los vehículos tienen un gran impacto en la prevención y reducción de los accidentes de tráfico, por lo tanto tiene que existir una comunicación fluida entre los gestores de la flota y los conductores y usuarios de los vehículos, y que estos estén involucrados en la toma de decisiones concerniente a la prevención y reducción de los accidentes de tráfico y seguridad de los vehículos.

La organización tiene que establecer la política concerniente a la prevención y reducción de los accidentes de tráfico y asegurar la seguridad y salud de los conductores y usuarios de los vehículos. La dirección de la compañía tiene que respaldar, hacer cumplir y comunicar esta política a todas las personas involucradas en la gestión de la flota de vehículos y realizar una auditoria cada cierto periodo de tiempo para asegurar que se cumple y es conocida.

La política de prevención y seguridad de los accidentes de tráfico tiene que tener establecer las siguientes directrices que tienen que ser auditadas cada cierto periodo de tiempo; la utilización de los vehículos; el reclutamiento, características y la formación de los conductores; el sistema de incentivos para el reporte de los accidentes de tráfico; el sistema para comprobar que los vehículos están en perfectas condiciones de utilización y tienen la máxima seguridad posible, la tecnología y el equipamiento adecuado de seguridad de los vehículos; el control y seguimiento de los conductores; el sistema de recopilación y análisis de datos; cuadro de mando; utilización de rutas seguras y los controles de alcoholemia y de drogas a los conductores, a continuación se desarrollan cada una de ellas.

- Utilización de los vehículos

La organización tiene que establecer como y cuando se deben utilizar los vehículos como que personas están autorizados para utilizarlos, número máximo de horas por día, horarios, condiciones de seguridad, el uso particular del vehículo, los límites de velocidad máximos o la máxima carga a transportar y su distribución en el vehículo.

- Reclutamiento, características y la formación de los conductores

La organización tiene que establecer el reclutamiento, características y la formación de los conductores como que los conductores tienen la licencia de conducir actualizada y para el tipo de vehículo asignado, chequear el historial de conducción del conductor, chequear que los conductores tienen las habilidades y competencias adecuadas antes de utilizar cualquier

vehículo y la formación y evaluación que los conductores tienen que recibir en materia de prevención de accidentes y seguridad del vehículo.

- Sistema de incentivos para el reporte de los accidentes de tráfico

Algunos de los accidentes de tráfico que se producen no son reportados a la organización y/o la compañía del seguro del vehículo por diversas razones, por lo tanto la organización tiene que establecer el sistema de incentivos para que los conductores o el responsable del vehículo reporte todos los accidentes de tráfico, este puede ser desde la gratificación económica, días de vacaciones, establecer un *ranking* de conductores de buenas prácticas o utilizar una técnica como *gamification*.

- Sistema para comprobar que los vehículos están en perfectas condiciones de utilización

La organización tiene que establecer el sistema para comprobar que los vehículos están en perfectas condiciones de utilización y tienen la máxima seguridad posible, para ello tiene que establecer un mantenimiento planificado como se ha desarrollado en el apartado 6.1.1. y un chequeo antes y después de la utilización del vehículo como se ha desarrollado en el apartado 6.1.2.

- La tecnología y el equipamiento adecuado

La organización tiene que establecer la tecnología y el equipamiento de seguridad de los vehículos como los sistemas de ayuda a la conducción, el *bluetooth/manos libres*, el control de estabilidad (*ESP-Electronic Stability Programme*), el control de velocidad, el sistema de frenada asistida (*ABS-Antilock Brake System*), las luces de xenón, el reconocimiento de señales, el control de aparcamiento, el sistema de vigilancia de ángulo muerto o la alerta de cambio involuntario de carril.

- El control y seguimiento de los conductores

La organización tiene que establecer el control y seguimiento de los conductores, como la forma de conducir del conductor, número de veces que el conductor ha superado los límites de velocidad, número de accidentes de tráfico, número de multas de tráfico u otras

incidencias, si la organización utiliza un servicio telemático o un dispositivo de ayuda a la conducción, este control se podrá realizar de una forma sencilla.

- Sistema de recopilación y análisis de datos

La organización tiene que establecer el sistema de recopilación y análisis de datos, un aspecto clave es que hay que investigar la causa de todos los accidentes de tráfico. Se recomienda registrar la siguiente información:

- Datos de localización cronológica como la fecha y hora del accidente
- Datos de localización geográfica como el país, provincia y municipio
- Datos de la vía como urbana o interurbana, límite de velocidad, punto kilométrico, sentido de circulación, nombre de la vía, número de carriles, alineamiento de la vía (recta, curva, intersección) o existencia de señalización horizontal y vertical
- La causa del accidente como fallo mecánico, condiciones climatológicas, las condiciones de la carretera, factor humano (falta de experiencia, conducir bajos los efectos del alcohol u otras sustancias, conducir con fatiga o sueño, las distracciones, exceso de velocidad o desobedecer las señales de tráfico)
- Las consecuencias del accidente de tráfico como heridos, fallecidos o daños materiales
- El tipo de accidente como leve, grave o muy grave
- El estado del vehículo como si tenía la ITV o el mantenimiento realizado
- Tipo de accidente como salida de la vía (sin vuelco, con vuelco), colisiones (frontales, perpendiculares, oblicuas, reflejas, alcance o raspado) con otro vehículo, choques o atropellos a peatones
- Por el número de vehículos implicados, pueden ser simples o complejos si están involucrados peatones, ciclistas, animales o ciclomotores

- Las condiciones meteorológicas como lluvia, niebla, luminosidad o humedad
- Las condiciones de la vía como huecos, grietas, hundimientos u obstáculos
- Las características de los vehículos implicados como tipo de vehículo (turismo, camión etc.), marca, modelo, tipo de combustible, antigüedad o número de pasajeros
- Los datos de las personas implicadas como nombre y apellidos, nacionalidad, documento oficial de identificación, fecha de nacimiento y sexo
- Utilización de elementos de seguridad como el cinturón de seguridad, casco o el sistema de retención infantil
- Los datos del permiso de conducción de los conductores implicados como clase y año de expedición
- Si se realizaron pruebas de alcohol y/o drogas a los involucrados y los resultados

Hay que recopilar todos los costes de los accidentes de tráfico como el coste de la reparación, el no disponer del vehículo para la prestación del servicio, el de sustitución del vehículo, la utilización de una grúa, la posible pérdida de la mercancía, los daños causados a terceros o las indemnizaciones a terceras personas.

Con los datos obtenidos se clasifica y analiza la información para encontrar cuales son las características de los accidentes más comunes (análisis ABC) y tomar las medidas adecuadas para su prevención y reducción. Dos de las técnicas estadísticas que podemos utilizar para analizar la relación entre las diferentes variables involucradas en los accidentes de tráfico y encontrar patrones de comportamiento son las tablas de contingencia y componentes principales.

- Cuadro de mando

La organización tiene que establecer un cuadro de mando para la prevención y reducción de los accidentes de tráfico, y este tiene que estar integrado por los siguientes tipos de indicadores:

- Indicadores de la actividad: estos indicadores miden los accidentes que se producen y sus consecuencias debido a la utilización de los vehículos. Se tienen que establecer unos indicadores que tienen que ser calculados cada cierto tiempo como los siguientes; número de accidentes cada 100.000 Km. o número de kilómetros para que se produzca un accidente; número y porcentaje de vehículos de la flota que han sufrido un accidente; número de fallecidos; coste medio de un accidente; o coste total de los accidentes.
- Indicadores del nivel de seguridad de los vehículos y de los conductores: estos indicadores miden el nivel de seguridad de nuestros vehículos y de los conductores. Se tienen que establecer unos indicadores que tienen que ser calculados cada cierto tiempo.

Ejemplos de indicadores que miden el nivel de seguridad de los vehículos son: el número de vehículos y porcentaje de vehículos con más de 6 años (hay que tener en consideración que a partir del 6-7 año de vida de un vehículo los accidentes de tráfico se incrementan); el porcentaje de vehículos que incorporan elementos de seguridad como el ABS, EPS etc.; o el porcentaje de vehículos que pasan la ITV.

Ejemplos de Indicadores que miden el nivel de seguridad de los conductores son el porcentaje de conductores noveles; conductores sancionados por exceso de velocidad y/o que han sobrepasado los límites de velocidad; número de conductores que han dado positivo en el control de alcoholemia o de drogas; porcentaje de conductores sancionados con multas de tráfico; porcentaje de conductores que no utilizan el cinturón de seguridad; porcentaje de conductores que realizan una conducción agresiva; o % de conductores que han recibido formación en materia de seguridad.

- Utilización de rutas seguras

La organización tiene que dar prioridad a utilizar rutas seguras aunque el recorrido a realizar sea de mayor longitud. Se debe establecer el sistema para identificar estas rutas y que los conductores las utilicen.

- Controles de alcoholemia y de drogas

La organización tiene que establecer un sistema para la realización de controles aleatorios de alcoholemia y de drogas a los conductores. Esta medida se puede realizar dependiendo de la legislación vigente en cada país.

6.1.7. Utilización de talleres propios o externos de los vehículos de la flota

La organización tiene que establecer si tener talleres propios o externalizar esta actividad en terceros debido a que las inversiones y los costes de operación suelen ser elevados y tienen que ser evaluados. Los vehículos de la flota necesitan realizar los mantenimientos y reparar las averías en un taller mecánico que reúna las condiciones de seguridad, respecto al medioambiente y cumpla con la legislación vigente.

Los principales aspectos a considerar para que tengamos nuestros propios talleres o llevemos nuestros vehículos a un tercero son los siguientes:

- Importancia de la gestión de la flota vehículos

Si la gestión de la flota de vehículos soporta la actividad principal de nuestra organización la mejor solución es tener talleres propios ya que tiene las siguientes ventajas: los vehículos son reparados y se les realiza el mantenimiento en el menor tiempo posible y están el máximo tiempo disponibles para la prestación del servicio; tenemos mayor control, flexibilidad y seguridad sobre los mantenimientos y reparaciones en nuestros vehículos; y podemos elegir que recambios utilizar.

Si la gestión de la flota de vehículos es una actividad secundaria de nuestra organización la mejor solución es llevarlo a un tercero, pero el tiempo en el que no disponemos del vehículo para la prestación del servicio es mayor, tenemos menor flexibilidad y seguridad sobre los mantenimientos y reparaciones en nuestros vehículos y no podemos elegir que recambios utilizar.

- Aspectos económicos

Un taller en propiedad requiere de una inversión en un inmueble y la maquinaria correspondiente, unos costes laborales y cumplir con la legislación vigente, por el contrario

si llevamos nuestros vehículos a un tercero no necesitamos hacer esta inversión y tener costes laborales.

- Tamaño de la flota

Si tenemos pocos vehículos lo más recomendable es llevarlos a un tercero ya que la inversión y los costes que supone tener un taller propio no se rentabiliza, por el contrario si tenemos una gran flota podremos rentabilizar la inversión y los costes de operación del taller propio.

- Tipo de contrato

Si hemos adquirido los vehículos en la modalidad de *renting/leasing*, el contrato puede incluir el mantenimiento y las reparaciones y por lo tanto debemos llevar el vehículo a determinados talleres concertados.

Una solución mixta puede ser: tener talleres propios para el mantenimiento y subcontratar las averías; o tener talleres propios pero se subcontratan las averías de electricidad, carrocería o inyección diesel que son más especializadas.

7. RETIRADA DE LOS VEHÍCULOS DE LA FLOTA DEL SERVICIO

La organización tiene que diseñar e implementar la política de retirada y renovación de los vehículos del servicio como cuando renovar los vehículos, elegir el canal de venta de los vehículos, elegir los proveedores de venta de los vehículos o establecer el tiempo máximo para vender los vehículos.

El tiempo máximo que utilizaremos un vehículo esta establecido por su periodo de renovación, por lo que el vehículo puede ser utilizado durante este periodo máximo de tiempo y renovado por otro vehículo o ser retirado del servicio y vendido antes de este periodo de tiempo máximo por que no lo necesitemos para prestar el servicio como ha sido desarrollado en el punto 4.3.

El objetivo de la retirada y renovación de los vehículos, es vender los vehículos lo antes y al máximo precio posible, y utilizar este ingreso para la adquisición de nuevos vehículos o en otras partidas de la flota.

Hay que tener en consideración que desde que el vehículo es retirado del servicio hasta que es vendido tenemos unos costes de transporte y almacenaje que deben ser minimizados.

El vehículo tiene que ser vendido en perfectas condiciones de utilización y seguridad por lo que deberá ser reparado si lo requiere, y en algunos casos certificar el estado del vehículo por una compañía externa.

Si el vehículo se adquiere en la modalidad de *renting/leasing*, este se entrega a la compañía de *renting/leasing* durante o a la finalización del contrato y por lo tanto el vehículo no tiene que ser vendido por nuestra organización.

7.1.1. Política de renovación de los vehículos de la flota

La organización tiene que establecer la política de renovación del vehículo del servicio, la cual puede ser cuando se alcance un kilometraje, una edad del vehículo o la que antes se cumpla, los aspectos fundamentales a considerar son los siguientes:

- Imagen de marca

Modelos de vehículos novedosos en el mercado del automóvil representan mejor la marca de una organización que vehículos más antiguos.

- Tecnología de los vehículos

Modelos de vehículos novedosos en el mercado del automóvil incorporan la última tecnología referente en seguridad activa y pasiva, consumo de combustible y las emisiones contaminantes, por lo tanto son un aspecto clave para la reducción de los accidentes de tráfico, el consumo de combustible, las emisiones contaminantes y las averías, además es una buena oportunidad para incorporar a la flota, vehículos que utilizan nuevas tecnologías en combustibles alternativos a los combustibles fósiles.

- Accidentes de tráfico

A partir del 6-7 año de la vida de un vehículo los accidentes de tráfico se incrementan, y por lo tanto la disponibilidad del vehículo para prestar el servicio disminuye y los costes variables de operación aumentan.

- Consumo de combustible

A partir del 6-7 año de la vida de un vehículo el consumo de combustible se incrementa, y por lo tanto las emisiones contaminantes y los costes variables de operación.

- Averías

A partir del 6-7 año de vida de un vehículo el número de averías se incrementan, y por lo tanto la disponibilidad del vehículo para prestar el servicio disminuye y los costes variables de operación aumentan.

- Mercado en el que opera la organización

En determinados casos, la renovación de los vehículos esta dictaminada por la competencia en el mercado en el que opera la organización, y es una ventaja competitiva. Las empresas de *renting* o alquiler de vehículos tienen que ofrecer a sus clientes los vehículos más novedosos del mercado del automóvil para prestar su servicio y ser competitivos.

- Restricciones financieras

El presupuesto destinado a la renovación de los vehículos limita el número de vehículos a renovar por cada periodo y por lo tanto la edad media de la flota.

- Sistema de información de la organización

Cuanta más información tengamos de los costes directos y el valor residual de los vehículos de la flota más preciso y confiable será el resultado del periodo de renovación.

Coste total de propiedad (TCO)

Existe una amplia literatura científica en renovación de flotas de vehículos, los modelos más utilizados son el modelo básico de los costes del ciclo de vida (LCCA, *lyfe cycle cost analysis*), el modelo con descenso de la tasa de utilización con la edad o el modelo de renovación en paralelo (*parallel fleet replacement problem*) (Simms, Lamarre y Jardine, 1984) (Buddhakulsomsiri, Parthanadee y Charnsethikul, 2012).

Otros métodos basados en el LCCA son el coste anual equivalente, el de comparación con coste anual, el de reposición de activos o los desarrollados por Eilon, King y Hutchinson (1966), y Redmer (2009). La mayoría de los métodos utilizan los costes del ciclo de vida para determinar el periodo de renovación.

El modelo a utilizar en nuestra organización es el que mejor se adapte a las especificaciones, características, operativa y objetivos de nuestra flota y a la disponibilidad de los datos.

Se desarrolla el modelo básico, que es el más sencillo y extendido, que considera que el vehículo tiene una tasa de utilización constante durante su vida.

Hay que considerar los siguientes costes de propiedad según muestra el gráfico 21:

- Los costes de capital (valor residual) como la depreciación y la financiación son decrecientes con el paso del tiempo, independientemente cual sea la financiación utilizada

- Los costes variables de operación ineludibles del vehículo como el consumo de combustible, neumáticos, mantenimiento, averías y accidentes se incrementan cuanta más edad y kilometraje acumulado tenga el vehículo
- Los costes fijos de operación como los seguros e impuestos y tasas permanecen prácticamente constantes durante la vida del vehículo, no hay que considerar el salario del conductor.

Considerando todos estos costes obtenemos la curva de los costes totales de propiedad en forma de U.

Para calcular algunos de los costes de propiedad del vehículo podemos recurrir a un histórico de nuestra organización, el fabricante del vehículo, otras flotas de vehículos, terceras compañías o estimarlos directamente.

En el caso de adquirir el vehículo en la modalidad de *renting/leasing* el coste de capital es la cuota anual del vehículo. Una vez calculados y/o estimados los costes totales de propiedad, utilizamos el coste de propiedad descontado (*TDCO-Total Discounted Cost of Ownership*) para evaluar un proyecto de inversión, que nos permite calcular el valor presente de un conjunto de flujos de caja futuros, utilizando una tasa de descuento.

$$TDCO = \sum_{t=1}^{t=n} \frac{CT_t}{(1+r)^t}$$

Formula 2: *Total Discounted Cost of Ownership*

- TDCO: coste total descontado de propiedad
- CT_t : costes totales de propiedad
- t: periodo de tiempo
- r: tasa de descuento o coste del capital
- n: periodo de reposición

El periodo de renovación del vehículo es cuando el coste total de propiedad es mínimo, utilizando el modelo básico mostrado en el gráfico 21.

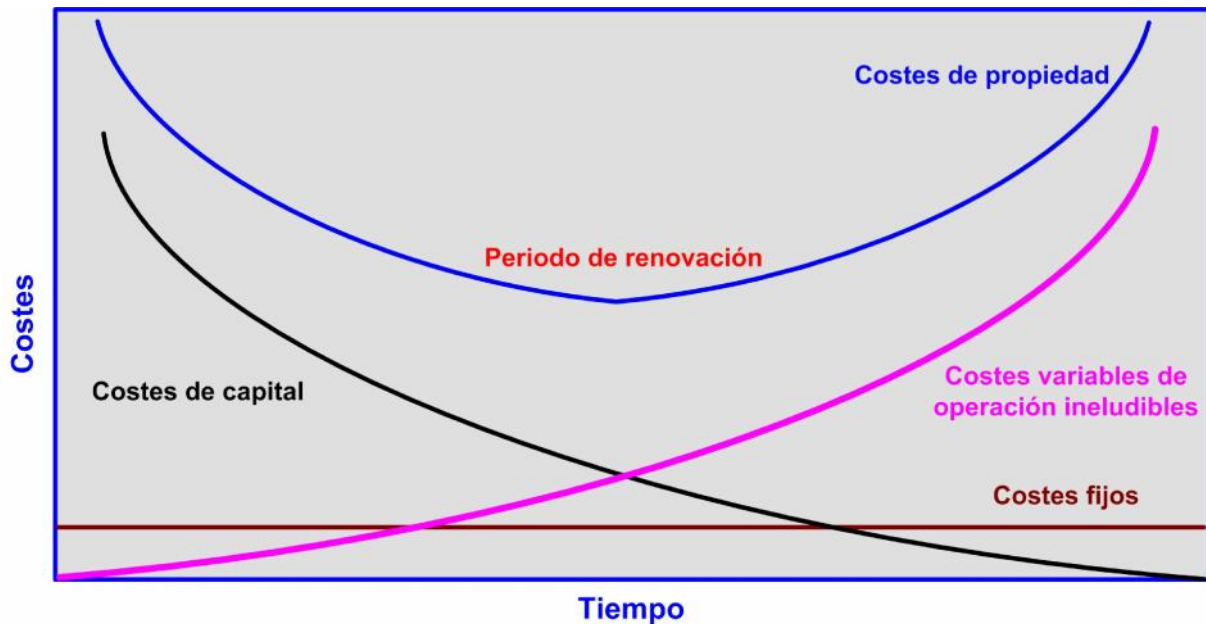


Gráfico 21: periodo de renovación de un vehículo.

El periodo de renovación debe ser establecido por clases de vehículos de similares características, que tengan la misma estructura de costes a lo largo de su vida útil, y que presten el mismo tipo de servicio. La gestión de la renovación es más compleja cuanto más vehículos de diferentes edades y tipos.

Cuando el número de vehículos es superior al número óptimo, los conductores y/o usuarios prefieren utilizar los vehículos con menos kilometraje o edad, provocando un exceso de utilización en estos y una infrautilización en los vehículos más antiguos, y por lo tanto los costes variables de operación ineludibles de los vehículos con menos kilometraje o edad son mayores que los antiguos y la hipótesis de que estos costes son crecientes según el modelo básico no se cumple, lo que unido a que los costes de capital siempre disminuyen provocan que la curva de los costes totales de propiedad no tenga forma de U y por lo tanto el cálculo de un periodo de renovación es más complejo.

Si el presupuesto para la renovación de los vehículos es limitado, hay que determinar el orden de los vehículos que se tienen que renovar, para ello se tiene que establecer un

criterio como los vehículos con más edad o kilometraje, con mayor valor residual, que más contaminen, prioritarios en nuestra flota o con mayores costes totales acumulados.

7.1.2. Canales de venta de los vehículos de la flota

La organización tiene que establecer el canal de venta como vender los vehículos a los trabajadores de la organización donde se han estado utilizando, venta directa en el mercado de segunda mano, crear una central de ventas en nuestra organización, utilizar subastas presenciales o electrónicas, o la exportación a terceros países. Se pueden establecer más de un canal de venta dependiendo de las características y tipos de los vehículos a vender.

- Trabajadores de la organización

Una opción interesante es vender los vehículos a los trabajadores de la organización donde se han estado utilizando, ya que tienen referencias directas sobre el estado y la utilización de los vehículos.

- Venta directa

La venta directa de los vehículos es recomendable cuando no queremos incurrir en grandes costes de venta y tenemos pocos vehículos para vender, esta se puede realizar a un particular o una tercera compañía.

- Central de ventas

La creación de una central de ventas en nuestra organización es recomendable cuando tenemos una gran rotación y un alto volumen de vehículos para vender en un corto periodo de tiempo. Esta central de ventas requiere de una inversión inicial y unos costes salariales que se tienen que evaluar y que no todas las organizaciones se pueden permitir. Las grandes compañías de *renting* de vehículos suelen utilizar esta modalidad para vender sus vehículos.

- Subastas

Las subastas presenciales y electrónicas son más complejas de realizar, transparentes y recomendables cuando tenemos un lote de vehículos para vender.

Hay tres factores fundamentales para maximizar el valor total de venta del lote como establecer el número de vehículos del lote, su orden de subasta y el tipo de subasta (subasta ascendente, descendente, sobre cerrado primer precio, sobre cerrado segundo precio etc.).

La realización de subastas por parte de nuestra organización requiere de una inversión inicial (software y una licencia) y unos costes salariales que se tienen que evaluar.

La disciplina de teoría de juegos ha desarrollado una abundante literatura científica en el ámbito de las subastas.

- Exportación a terceros países

La exportación de los vehículos es una opción interesante en aquellos países donde el mercado de segunda mano esta consolidado, y se alcanzan precios más elevados de venta que en el país donde se ha utilizado el vehículo.

Hay que tener en consideración los costes de exportar un vehículo a un tercer país como el transporte, almacenamiento, seguro y los impuestos y tasas a la importación de vehículos del país de destino.

La organización puede utilizar una plataforma *online* para la venta de los vehículos, pero hay que tener en consideración que requiere de una inversión inicial, principalmente de un *software* que se puede adquirir a una compañía tercera, y unos costes salariales que se tienen que evaluar, de esta manera tendremos el control total sobre el proceso de venta de nuestros vehículos.

7.1.3. Proveedores externos de venta de los vehículos de la flota

Existen en el mercado del *remarketing* multitud de compañías especializadas en la venta de los vehículos por cualquier tipo de canal anteriormente mencionado.

La utilización de estas compañías dependerá de aspectos como los honorarios o comisiones, el ahorro de todos los tramites administrativos, y que conocen el mejor mercado y canal donde vender el vehículo.

7.1.4. Tiempo máximo de venta de los vehículos retirados de la flota

La organización tiene que establecer el tiempo máximo para vender el vehículo, y que depende principalmente de razones financieras, ya que es recomendable que el ingreso que se obtiene por la venta de los vehículos sea utilizado para la adquisición de nuevos vehículos, inversiones o gastos de la flota, además de que la organización dispone de un espacio limitado para almacenar un determinado número de vehículos.

8. SISTEMA DE INFORMACIÓN DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS

La organización tiene que diseñar y establecer el sistema de información de gestión de la flota con los objetivos de: conocer el estado actual y la tendencia; controlar y optimizar las actividades y el nivel de servicio; controlar y reducir los costes; realizar un control y seguimiento de los vehículos; y extraer información valiosa para la toma de decisiones.

La organización tiene que establecer que información recopilar y la frecuencia de recogida de la misma, y dependerá de los siguientes factores:

- Importancia de la flota

Si la flota de vehículos es la principal actividad de la organización, el sistema de información tiene que ser completo y desarrollado, por el contrario en organizaciones en los que la flota de vehículos es una actividad secundaria, será suficiente con tener un sistema de información básico.

- Actividad de la organización

Dependiendo de la actividad de la organización la información que se necesita es diferente. Una compañía de transporte de mercancías necesita un sistema de información y unos indicadores diferentes que una compañía en la que la flota es utilizada por comerciales.

- Actividades de la flota

El sistema de información tiene que ser más completo y desarrollado en aquellas actividades de mayor valor añadido y las que más recursos consumen de la flota.

- Grado de control y análisis

Cuanto más grado de control y análisis de la información, se requiere una frecuencia de recogida de la información mayor y el sistema de información tiene que ser más completo y desarrollado.

- Coste

Cuanta más información a recopilar, analizar y frecuencia de recogida, más recursos humanos y técnicos se necesitan y por lo tanto mayor coste.

Una parte del sistema de información de la gestión de la flota es suministrado por la información de otros departamentos como contabilidad.

La información se divide en dos tipos dependiendo de cuando se recopila esta.

- La información es recopilada en el momento de producirse, y corresponde con eventos discretos, por ejemplo: cuando adquirimos un vehículo, se recopila el coste de adquisición, la fecha de adquisición, el modelo o el equipamiento; cuando repostamos combustible se recopila la cantidad de combustible, la fecha, el coste del combustible y el kilometraje del vehículo si el vehículo no dispone de un dispositivo que mide el consumo de combustible; o cuando se produce un accidente de tráfico se recopila la información descrita en el epígrafe 6.1.6.

La organización tiene que establecer la frecuencia para calcular la cantidad de estos eventos en un periodo de tiempo como una semana, un mes o un año. Por ejemplo, el número de accidentes de tráfico a la semana, el número de mantenimientos planificados realizados al mes o el número de vehículos adquiridos al año, o cada cuantos kilómetros se produce un accidente, un mantenimiento o una avería.

- La información es recopilada con una frecuencia de tiempo que tiene que ser establecida por la organización, y corresponden con variables continuas como los kilómetros recorridos o el consumo de combustible si el vehículo dispone de un dispositivo que mide el consumo de combustible.

El sistema de información suministra la información necesaria para la realización de cada una de las siguientes herramientas como el cuadro de mando, el análisis de los datos, el control de costes y como medir la gestión de la flota.

Con los resultados obtenidos en cada una de la herramientas se realiza: el reporte general para la dirección de la organización, la cual tiene que establecer el periodo en que se debe realizar el mismo, y se recomienda realizarlo trimestralmente, semestralmente o anualmente dependiendo de las características y objetivos de cada organización; y la toma de decisiones y las medidas a adoptar sobre la gestión de la flota, tal como muestra el gráfico 22.

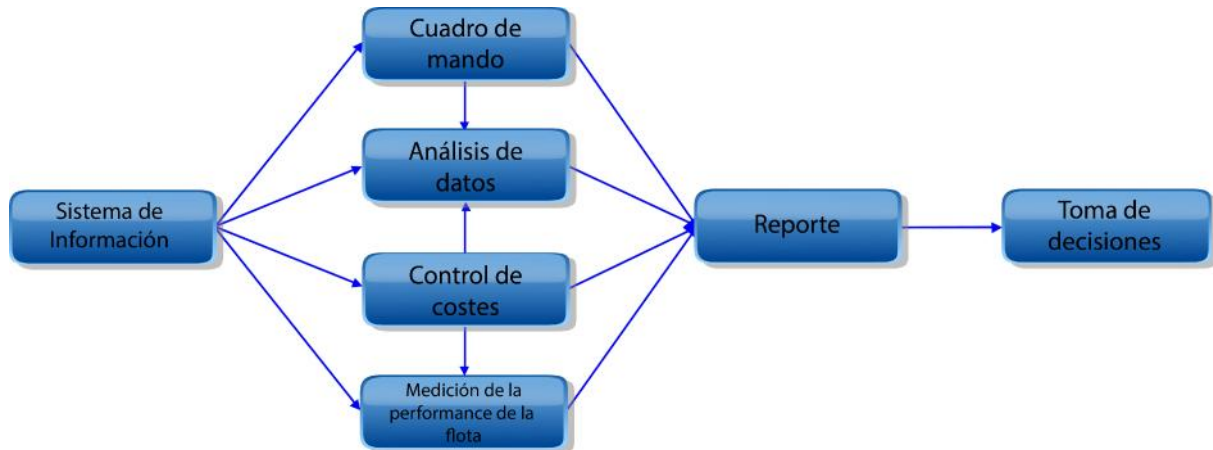


Gráfico 22: sistema de información de la gestión de la flota de vehículos.

8.1.1. Cuadro de mando de la flota de vehículos

El cuadro de mando es una herramienta fundamental en la gestión de la flota, que nos permite conocer y realizar un control y seguimiento de la información más importante de una forma rápida y sencilla. El cuadro de mando está compuesto por un conjunto de indicadores que son calculados y/o recopilados de la información suministrada por el sistema de información.

Hay que tener en consideración que un cuadro de mando muy amplio y con multitud de indicadores puede ser un gran obstáculo en la operativa de la flota por la cantidad de información a recopilar y analizar, por el contrario un cuadro de mando con unos pocos indicadores no suministrará la información necesaria para la gestión de la misma.

Por lo tanto la organización tiene que establecer la cantidad de indicadores más apropiados y valiosos que mejor se adapten a las características, operativa, presupuesto y objetivos de la organización.

Por ejemplo, un cuadro de mando básico tiene los siguientes indicadores: los kilómetros recorridos, el consumo de combustible, el número de vehículos que no han cumplido el mantenimiento planificado, el estado de los vehículos (disponible, no disponible), el número de accidentes y el nivel de servicio.

La organización tiene que establecer la frecuencia para el reporte general del cuadro de mando, que se recomienda realizarlo cada mes, para ello hay que calcular y/o recopilar los indicadores del sistema de información.

Por ejemplo, si los kilómetros recorridos son recopilados cada semana en el sistema de información, habrá que sumar los kilómetros de todas las semanas del mes para calcular el indicador del cuadro de mando si este se realiza mensualmente.

El cuadro de mando esta estructurado en forma de pirámide, en la cúspide tenemos unos pocos indicadores básicos y genéricos que se pueden utilizar en cualquier tipo de flota, según se va descendiendo el número de indicadores se incrementan, son más específicos y abarcan más actividades de la flota.

La implantación del cuadro de mando en una organización requiere de un periodo de adaptación, por lo tanto se recomienda establecer el cuadro de básico explicado anteriormente en una primera etapa y una vez que se ha consolidado, extender el cuadro de mando a otros indicadores más específicos y actividades.

El reporte del cuadro de mando ha de ser sencillo y fácil de entender, para ello se recomienda utilizar gráficos y tablas.

La información ha de presentarse desde lo más genérico a lo más específico y por tipos de vehículos. Si la organización dispone de varios centros de trabajo en diferentes localizaciones geográficas, hay que realizar un cuadro de mando genérico para toda la organización y uno individual por cada centro de trabajo.

Existen multitud de gráficos y tablas para presentar la información del cuadro de mando, a continuación se exponen algunos ejemplos si la flota de vehículos esta compuesta por tres tipos de vehículos.

El gráfico 23 muestra los kilómetros totales recorridos por mes y tipo de vehículo.

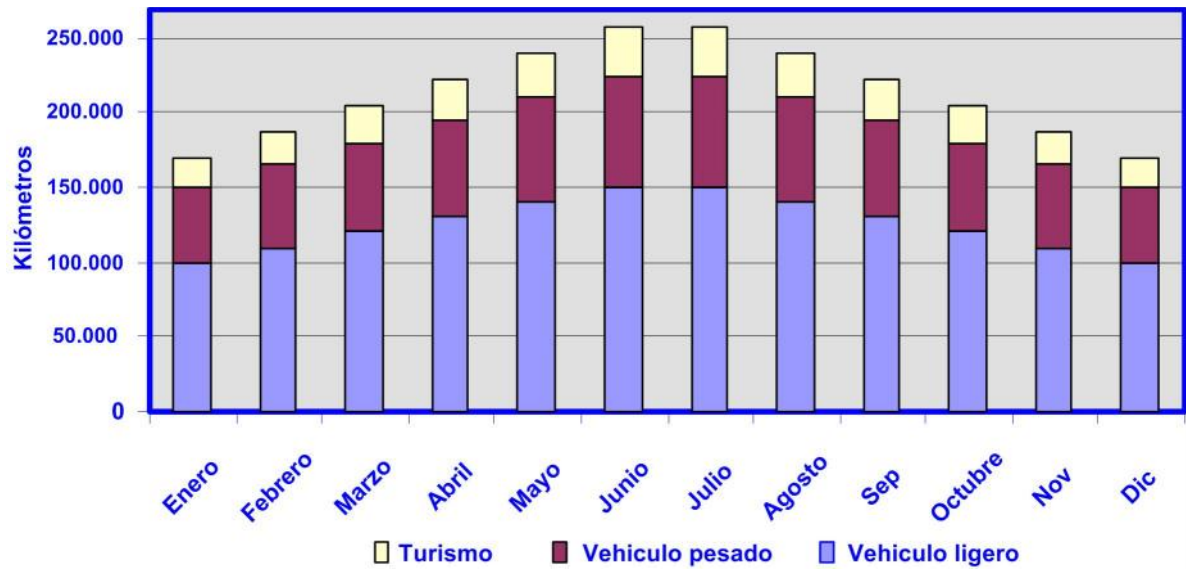


Gráfico 23: kilómetros totales recorridos por mes y tipo de vehículo.

El gráfico 24 muestra el consumo de combustible al mes por todos los vehículos de la flota, clasificados por tipo de vehículo. El gráfico de las emisiones de CO₂ es similar al del consumo de combustible ya que su cálculo se basa en este.

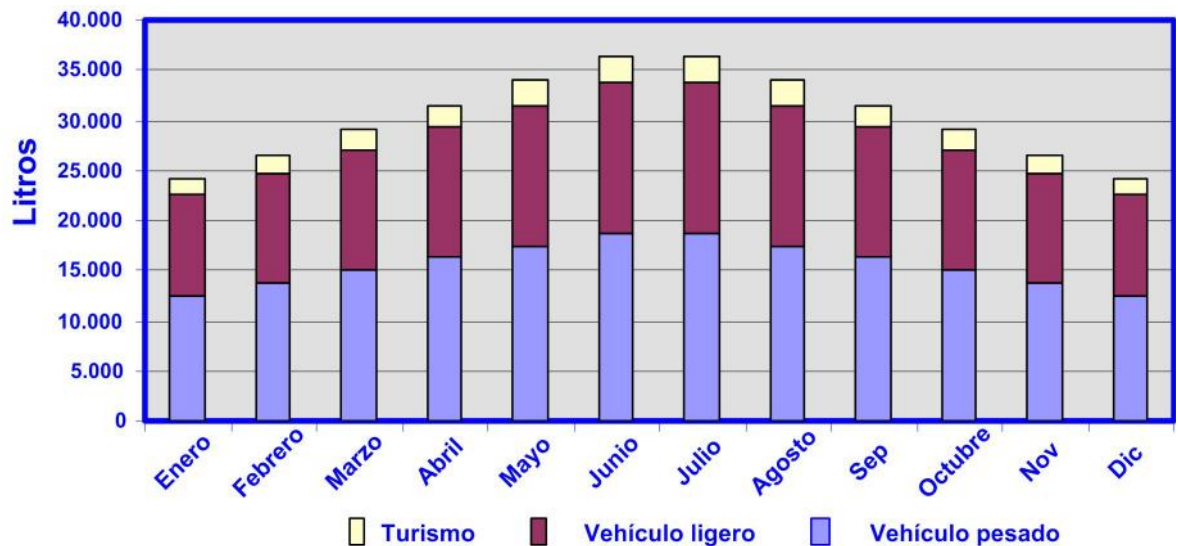


Gráfico 24: consumo total de combustible por mes y tipo de vehículo.

Con los kilómetros recorridos y el consumo de combustible calculamos la media del consumo de combustible por cada 100 Km. por tipo de vehículo, como muestra el gráfico 25.

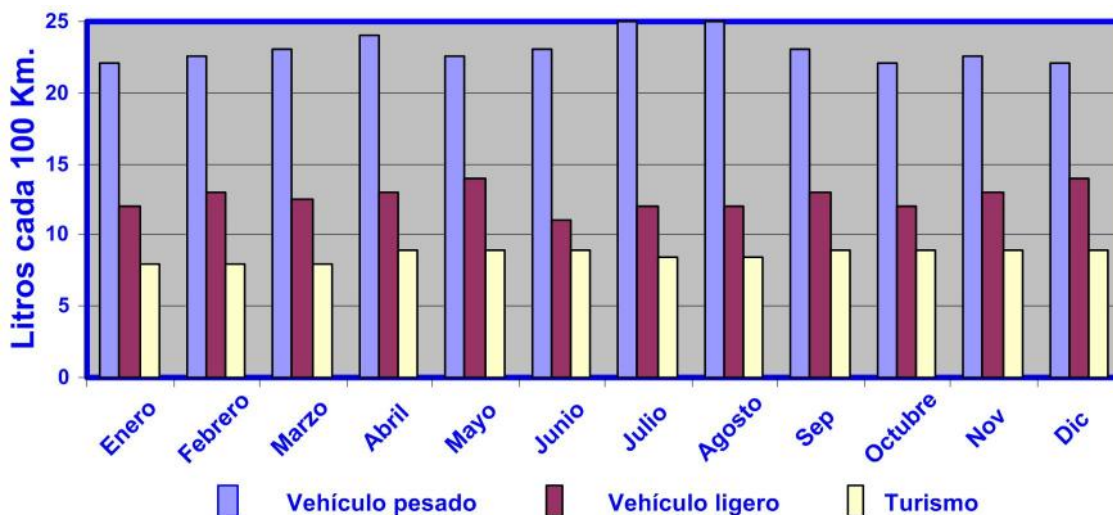


Gráfico 25: consumo de combustible cada 100 Km.

El gráfico 26 muestra la evolución de los precios del coste por litro y tipo de combustible por mes.

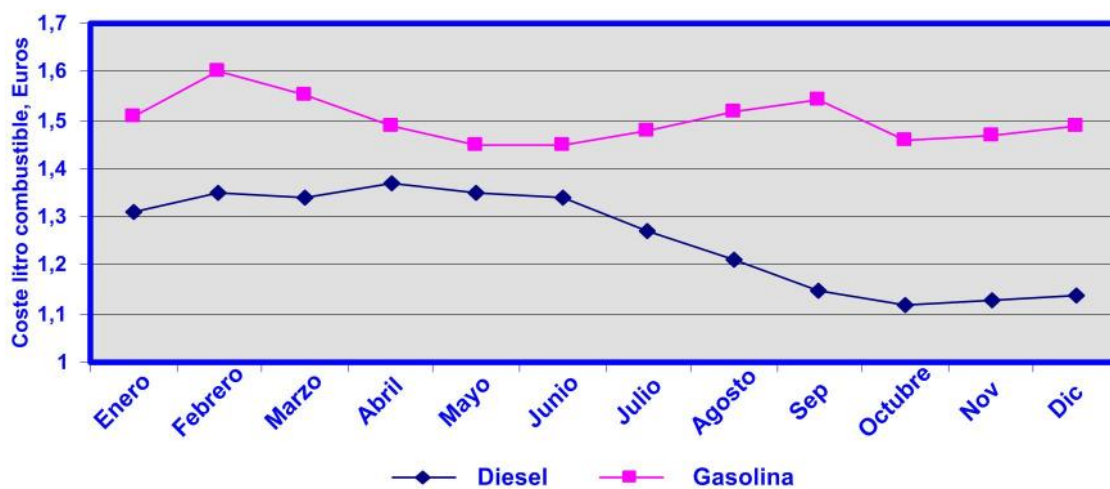


Gráfico 26: coste combustible por litro y tipos de combustibles por mes

El estado de los vehículos (disponible, no disponible) al mes y por tipo de vehículo, si este dato se recoge semanalmente hay que calcular la media del estado de los vehículos de las semanas del mes.

	Enero		Febrero		Marzo	
Estado	Activo	No Activo	Activo	No Activo	Activo	No Activo
Vehículo ligero	321	79	350	50	310	90
Vehículo pesado	91	9	85	15	87	13
Turismo	60	10	58	12	63	7
Total	472	98	493	77	460	110
%	82,81%	17,19%	86,49%	13,51%	80,70%	19,30%

Tabla 13: vehículos activos, no activos.

Tabla de *ranking* por tipo de vehículo, para representar los vehículos que más consumen, contaminan, coste por kilómetro, número de accidentes etc. la tabla 14 muestra los vehículos pesados que más contaminan.

Top consumo vehículos pesados	
Identificación	Litros/100 Km.
Vehículo 1	33,7
Vehículo 2	32,4
Vehículo 3	31,6
Vehículo 4	31,2
Vehículo 5	30,8

Tabla 14: Top consumo vehículos pesados.

8.1.2. Análisis de datos de la flota de vehículos

La información suministrada por el sistema de información tiene que ser analizada y estudiada en profundidad con el objetivo de obtener información valiosa para la toma de decisiones, para ello se recomienda utilizar estadística descriptiva, análisis multivariante o las técnicas de investigación de operaciones.

La organización tiene que establecer el periodo para realizar el análisis de datos que se recomienda realizarlo, trimestralmente, semestralmente o anualmente dependiendo de las características y objetivos de cada organización.

A continuación se describen algunos ejemplos de la información valiosa que podemos obtener:

- Encontrar patrones de comportamiento y tomar las medidas necesarias para que no ocurran. Ejemplos de patrones de comportamiento son los siguientes:

El 45% de los accidentes se producen entre las 13-15 horas, la edad media del conductor es de 28 años, el tiempo es soleado y el tipo de accidente es aparcando marchas atrás.

El 35% del coste de las averías se producen en un determinado modelo de vehículo, en el sistema de transmisión, el vehículo tiene transmisión manual, y realizan rutas urbanas.

Los conductores con mayor consumo de combustible son aquellos que tienen una edad de 32 años, una experiencia de 3 años, no han recibido ningún curso de conducción eficiente y conducen de forma agresiva.

- Clasificar la información por categorías y por orden de importancia

Realizar un análisis ABC clasificando la información por categorías para detectar que 20% de los eventos nos producen el 80% de los costes.

Por ejemplo, podemos saber cuales son los principales tipos de accidentes o averías que nos producen el 80% de los costes de las mismas.

- Detectar anomalías y usos indebidos de los vehículos

La información nos permite detectar anomalías y usos indebidos en la utilización de los vehículos, en ambos casos el gestor de la flota tiene que averiguar la razón de estas situaciones y tomar las medidas adecuadas. Por ejemplo algunas de las formas de realizarlo son:

Si un vehículo tiene el mismo kilometraje durante 4-5 semanas consecutivas y está activo, pueden ocurrir varias situaciones como que no se utilice, esté averiado o haya sufrido un accidente y no se ha reportado esta información o que no haya un responsable de este vehículo. Si se recopila el kilometraje semanalmente la detección de este tipo de anomalías resulta más fácil que si se recopila mensualmente.

Un conductor reposta combustible, una parte es para el vehículo y otra parte la almacena en una garrafa para sus usos privados, por lo tanto el coste por kilómetro de combustible de este vehículo tiene que ser muy alto comparado con una utilización normal.

Si disponemos de un servicio telemático podemos identificar si el vehículo se utiliza para uso privado ya que podemos saber que recorridos ha realizado, y si se utiliza fuera del horario de trabajo.

9. COMO MEDIR LA GESTIÓN DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS

La organización tiene que diseñar e implementar el sistema para conocer como la flota es gestionada, con el objetivo de tomar las medidas adecuadas para su control, seguimiento y mejora, y establecer los periodos de tiempo para su realización, y se recomienda que sean cada semana o mes dependiendo de las características, presupuesto y objetivos de la organización.

Las dos principales variables claves para conocer como la flota es gestionada son el nivel de servicio y sus costes variables de operación, por lo tanto tenemos que medir estas variables en cada periodo y su evolución en diferentes periodos de tiempo.

Un determinado nivel de servicio tiene un número de vehículos óptimo y sus costes variables de operación en unas condiciones de utilización de la flota, por lo tanto para conocer como la flota es gestionada tenemos que medir la relación entre el nivel de servicio y sus costes variables de operación en cada periodo y su evolución en diferentes periodos de tiempo.

Se desarrolla como el nivel de servicio y los costes directos varían en el tiempo, por que los costes variables de operación es una de las dos variables que nos indica como la flota es gestionada, la metodología propuesta y un ejemplo teórico-práctico para medir como la flota es gestionada.

9.1. VARIACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y LOS COSTES DIRECTOS

Se desarrolla como el nivel de servicio y los costes directos pueden variar en el tiempo.

9.1.1. Nivel de servicio

El nivel de servicio puede incrementarse para un mismo número de vehículos y conductores por diversas razones como optimizar las actividades de la gestión de la flota, incrementar la velocidad media, planificar las rutas y el servicio, dar formación a los conductores, utilizar servicios telemáticos, utilizar un *software* de gestión de la flota o utilizar peajes.

El nivel de servicio puede disminuir para un mismo número de vehículos y conductores por diversas razones como no controlar y optimizar las actividades de la gestión de la flota, disminuir la velocidad media de los vehículos o no planificar las rutas y el servicio.

En aquellas flotas con rutas planificadas a realizar hay que considerar que el nivel de servicio viene determinado por el tiempo mayor de entre todos los vehículos del servicio, tal como hemos desarrollado en el ejemplo teórico-práctico del epígrafe 4.1.1. y por lo tanto la prioridad es reducir el tiempo de este vehículo, puede ocurrir que reduzcamos el tiempo de operación en vehículos que tienen menor tiempo que el tiempo mayor de todos los vehículos de la flota aumentando su velocidad media, provocando un incremento en los costes variables de operación debido al aumento del consumo de combustible para un mismo nivel de servicio.

9.1.2. Costes directos

El valor monetario de un coste es igual a su cantidad multiplicado por su precio, la tabla 15 muestra como varia el valor de un coste dependiendo de las variaciones de los precios y las cantidades.

Concepto	Precio +	Precio =	Precio -
Cantidad +	+	+	+,=,-
Cantidad =	+	=	-
Cantidad -	+,=,-	-	-

Tabla 15: diferentes posibilidades de la variación del valor de un coste.

Los costes directos están divididos según el gráfico 2 en costes fijos y en costes variables de operación.

- Los costes fijos son costes en los que se incurren por la propiedad del vehículo y permanecen prácticamente constantes a lo largo de la vida del vehículo, por lo que tienen una pequeña influencia en como la flota es gestionada, a continuación se desarrolla como cada coste directo fijo puede variar en el tiempo
 - La amortización puede variar por los incrementos o decrementos del valor residual como si el vehículo está muy deteriorado por haber tenido accidentes y averías que no se han reparado, por las variaciones de precio en el mercado de segunda mano o si añadimos equipamiento o realizado mejoras en el vehículo durante su vida
 - El coste de financiación puede variar dependiendo de las características de nuestra organización o de los tipos de interés
 - Los salarios de los conductores pueden variar dependiendo del convenio del sector o de los índices de precios al consumo (IPC)
 - Los seguros pueden variar dependiendo de la modalidad contratada como a todo riesgo, a terceros o con franquicia, y de los precios de los mismos
 - Los impuestos y tasas pueden variar dependiendo del precio de los mismos y son establecidos por la administración pública
- Los costes variables de operación son los costes en los que se incurren por la cantidad de kilómetros recorridos u horas realizadas, y pueden variar considerablemente en el tiempo, por lo tanto son los que utilizamos para medir como la flota es gestionada, la tabla 16 muestra la influencia de cada concepto en el nivel de servicio y en los costes variables de operación considerando que el resto de costes variables permanecen constantes.

Concepto	Incremento	Nivel de servicio	Costes variables
Precios	+	=	+
	-	=	-
Distancia	+	-	+
	-	+	-
Velocidad media	+	+	+
	-	-	-
Consumo combustible cada 100 Km.	+	=	+
	-	=	-
Neumáticos	+	-	+
	-	+	-
Mantenimientos	+	-	+
	-	+	-
Averías	+	-	+
	-	+	-
Accidentes	+	-	+
	-	+	-
Multas	+	=	+
	-	=	-
Peajes	+	+	+
	-	-	-
Dietas	+	=	+
	-	=	-
Incentivos	+	+	+
	-	-	-

Tabla 16: influencia de los costes directos variables.

- La distancia recorrida tiene un gran impacto en los costes directos, por que a mayor distancia recorrida, mayores costes variables de operación, menor valor residual y peor nivel de servicio en aquellas flotas con rutas planificadas a realizar, por lo que en cualquier tipo de flota uno de los objetivos es minimizar la distancia recorrida. La principal causa de la distancia recorrida es la gestión de la flota de vehículos
- La velocidad media tiene un impacto directo en los costes variables de operación y en el nivel de servicio, por que a mayor velocidad media mayor consumo de combustible y mejor nivel de servicio en aquellas flotas con rutas planificadas a realizar. La principal causa del valor de la velocidad media es la gestión de la flota de vehículos

- El coste del combustible es principalmente el mayor de todos los costes variables de operación y puede variar considerablemente en el tiempo, por lo tanto debe ser analizado individualmente

El precio del combustible esta determinado por razones externas como el libre mercado y los impuestos o por razones internas de nuestra organización como realizar coberturas sobre el precio del combustible comprando opciones o futuros del mismo, tener nuestros propios depósitos de suministro o un acuerdo marco con un proveedor, por lo que el precio del combustible es más económico.

La cantidad de combustible varia dependiendo del consumo de combustible cada 100 Km., y la distancia recorrida, y su principal causa es la gestión de la flota de vehículos.

- El coste de los neumáticos tiene un impacto directo en los costes variables de operación y en el nivel de servicio. El precio puede variar por razones externas como el libre mercado o los impuestos, o por razones internas como la elección de la marca del neumático o por tener un acuerdo marco con una marca de neumáticos y/o proveedor por lo que estos son más económicos. La principal causa de la cantidad de neumáticos es la gestión de la flota de vehículos
- Los mantenimientos tienen un impacto directo en los costes variables de operación, las averías, los accidentes de tráfico y el nivel de servicio. El precio puede variar por razones externas como el libre mercado, o por razones internas como la elección de la marca de los recambios, la utilización de talleres propios o externos, o por tener un acuerdo marco con un distribuidor de recambios por lo que estos son más económicos. La principal causa de la cantidad de mantenimientos es la gestión de la flota de vehículos.
- Las averías tienen un impacto directo en los costes directos, por que a mayor número de averías mayores costes variables de operación, más accidentes de tráfico, menor valor residual del vehículo y peor nivel de servicio. El precio puede variar por razones externas como el libre mercado, o por razones internas como la elección de la marca de los recambios, la utilización de talleres propios o externos, o por tener un acuerdo marco con un distribuidor

de recambios, por lo que estos son más económicos. La principal causa de la cantidad de averías es la gestión de la flota de vehículos

- Los accidentes de tráfico tienen un gran impacto en los costes directos, por que a mayor número de accidentes mayores costes variables de operación, peor nivel de servicio y menor valor residual del vehículo. El precio puede variar por razones externas como el libre mercado, o por razones internas como la elección de la marca de los recambios, tener un seguro a todo riesgo, a terceros o con franquicia, la utilización de talleres propios o externos, o por tener un acuerdo marco con un distribuidor de recambios, por lo que estos son más económicos. La principal causa de los accidentes de tráfico es la gestión de la flota de vehículos
- Las multas tienen un pequeño impacto directo en los costes variables de operación. El precio esta determinado por las administraciones publicas y la principal causa de la cantidad de las multas es la gestión de la flota de vehículos
- Los peajes tienen un ligero impacto directo en los costes de servicio y en el nivel de servicio. El precio esta determinado por las compañías gestoras de los peajes y la principal causa de la cantidad de peajes es la gestión de la flota de vehículos
- Las dietas tienen un impacto directo en los costes del servicio y en el nivel de servicio. El precio esta determinado por los acuerdos que pueden llegar entre la organización y los conductores y/o por un convenio colectivo, la principal causa de la cantidad de dietas es la gestión de la flota de vehículos
- Los incentivos tienen un ligero impacto directo en los costes del servicio y en el nivel de servicio. El precio esta determinado por los acuerdos que pueden llegar entre la organización y los conductores y/o por un convenio colectivo, la principal causa de la cantidad de los incentivos es la gestión de la flota de vehículos

Aquellos incrementos o decrementos de los precios causados por razones externas, no se tienen que tener en consideración para medir como la flota es gestionada, debido a que nuestra organización no tiene ningún control sobre ellas.

9.2. METODOLOGÍA PROPUESTA

Se propone una metodología basada en el nivel de servicio y los costes variables de operación planificados y reales para un periodo de tiempo P_x . En cada instante de tiempo T_x , se establecen el nivel de servicio y los costes variables de operación, tal como muestra el gráfico 27:

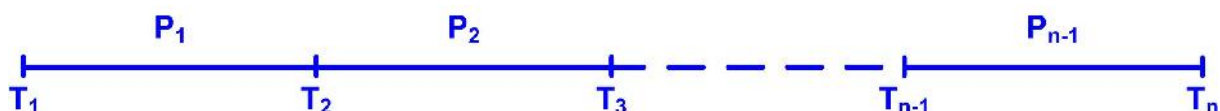


Gráfico 27: periodos de tiempo de la metodología propuesta

Hay dos formas fundamentales para medir como una flota es gestionada y son:

- Corto plazo: para un periodo P_x , se miden los incrementos o decrementos del nivel de servicio y los costes variables de operación planificados en T_x y los reales en T_{x+1} , los cuales suelen ser de pequeña cuantía.

La tabla 17 muestra las diferentes posibilidades para conocer si en el periodo P_x la flota ha sido gestionada mejor, igual o peor que lo planificado, atendiendo a los incrementos o decrementos del nivel de servicio y los costes variables de operación planificados con los reales en el corto plazo.

Concepto	Incremento de costes	Mismos costes	Decremento de costes
Incremento del nivel de servicio	+,=,-	+	+
Mismo nivel servicio =	-	=	+
Decremento del nivel de servicio	-	-	+,=,-

+ mejor que lo planificado; = igual que lo planificado; - peor que lo planificado.

Tabla 17: diferentes posibilidades de cómo la flota ha sido gestionada para un periodo P_x en el corto plazo

La mejor situación posible es aquella en la que el nivel de servicio se incrementa y los costes variables de operación decrecen en el instante T_{x+1} respecto a los planificados en T_x . La peor situación posible es aquella en la que el nivel de servicio decrece y los costes variables de operación se incrementan en el instante T_{x+1} respecto a los planificados en T_x .

Hay dos situaciones particulares que son: se produce un incremento del nivel de servicio y un incremento de los costes variables de operación en el instante T_{x+1} respecto a los planificados en T_x ; o hay un decremento en el nivel de servicio y un decremento en los costes variables de operación en el instante T_{x+1} respecto a los planificados en T_x .

En ambas situaciones hay que realizar un estudio en profundidad para saber como la flota es gestionada y dependerá de la cuantía de estas variaciones y los objetivos de nuestra organización.

- Largo plazo: para un periodo P_x , se miden los incrementos o decrementos del nivel de servicio y los costes variables de operación planificados en T_x y T_{x+1} , los cuales son de gran cuantía, afectan durante un gran número de periodos, y se producen cada largos espacios de tiempo

Ejemplos son instalar nuestros propios depósitos de combustible, llegar acuerdos marcos con proveedores, utilizar un software para calcular las rutas o de gestión de la flota, dar formación a los conductores, instalar dispositivos de seguridad o de ayuda a la conducción.

La tabla 18 muestra las diferentes posibilidades para conocer como la flota es gestionada mejor, igual o peor que lo planificado entre los periodos P_x y P_{x+1} , atendiendo a los incrementos o decrementos del nivel de servicio y los costes variables de operación planificados en el largo plazo.

Concepto	Incremento de costes	Mismos costes	Decremento de costes
Incremento nivel de servicio	+,=-	+	+
Mismo nivel servicio =	-	=	+
Decremento del nivel de servicio	-	-	+,=-

+ mejor que lo planificado; = igual que lo planificado; - peor que lo planificado.

Tabla 18: diferentes posibilidades de cómo la flota ha sido gestionada entre periodos en el largo plazo

La mejor situación posible es aquella en la que el nivel de servicio planificado se incrementa y los costes variables de operación planificados decrecen en el instante T_{x+1} respecto a los planificados en T_x . La peor situación posible es aquella en la que el nivel de servicio planificado decrece y los costes variables de operación planificados se incrementan en el instante T_{x+1} respecto a los planificados en T_x .

Hay dos situaciones particulares que son: hay un incremento del nivel de servicio planificado y un incremento de los costes variables de operación planificados en el instante T_{x+1} respecto a los planificados en T_x ; hay un decremento en el nivel de servicio planificado y un decremento en los costes variables de operación planificados en el instante T_{x+1} respecto a los planificados en T_x .

En ambas situaciones hay que realizar un estudio en profundidad para saber como la flota es gestionada y dependerá de la cuantía de estas variaciones y los objetivos de nuestra organización.

Existen dos situaciones extremas que son las siguientes:

- Combinando el corto y el largo plazo, la mejor situación posible de gestión de una flota, es cuando en el corto plazo aumentamos el nivel de servicio y disminuimos los costes variables de operación respecto a los planificados en cada periodo P_x , y en el largo plazo aumentamos el nivel de servicio y disminuimos los costes variables de operación planificados entre los periodos P_x y P_{x+1} .
- Combinando el corto y el largo plazo, la peor situación posible de gestión de una flota, es cuando en el corto plazo disminuimos el nivel de servicio y aumentamos los costes variables de operación respecto a los planificados en cada periodo P_x , y en el largo plazo disminuimos el nivel de servicio y aumentamos los costes variables de operación planificados en los periodos P_x y P_{x+1} .

Entre estas dos situaciones extremas, existe un amplio rango de situaciones intermedias posibles, por ello habrá que realizar un estudio en profundidad de la situación de nuestra organización para saber como la flota es gestionada.

9.2.1. Corto plazo

Se propone un modelo para medir como la flota es gestionada en el corto plazo, hay que tener en consideración como se establece la distancia planificada a recorrer y depende principalmente de los siguientes casos de flotas.

En el caso de una flota con rutas planificadas, la distancia planificada a recorrer en cada periodo P_x viene determinada por las rutas a realizar, como se desarrolla en el caso teórico-práctico del epígrafe 4.1.1.

En el caso de flotas con demanda aleatoria de los vehículos o un vehículo asignado a un usuario/actividad, hay que establecer la distancia planificada a recorrer en cada periodo P_x en el instante T_x , para cumplir con el presupuesto y/o los costes variables de operación de la flota, como se desarrolla en los epígrafes 4.3.3. y 4.3.4.

El primer paso es estimar los costes variables de operación planificados en el periodo T_x , por tipo de vehículo, ya que tienen diferentes valores de los mismos, para ello utilizaremos la siguiente tabla 19.

Concepto	Precio planificado	Cantidad planificada	Coste unitario planificado	Coste planificado
Combustible	Pp_1	Cp_1	$Cup_1=Pp_1/Cp_1$	$Cpt_1=Cup_1*Dp$
Neumáticos	Pp_2	Cp_2	$Cup_2=Pp_2/Cp_2$	$Cpt_2=Cup_2*Dp$
Mantenimientos	Pp_3	Cp_3	$Cup_3=Pp_3/Cp_3$	$Cpt_3=Cup_3*Dp$
Averías	Pp_4	Cp_4	$Cup_4=Pp_4/Cp_4$	$Cpt_4=Cup_4*Dp$
Accidentes	Pp_5	Cp_5	$Cup_5=Pp_5/Cp_5$	$Cpt_5=Cup_5*Dp$
Multas	Pp_6	Cp_6	$Cup_6=Pp_6/Cp_6$	$Cpt_6=Cup_6*Dp$
Peajes	Pp_7	Cp_7	$Cup_7=Pp_7/Cp_7$	$Cpt_7=Cup_7*Dp$
Dietas	Pp_8	Cp_8	$Cup_8=Pp_8/Cp_8$	$Cpt_8=Cup_8*Dp$
Incentivos	Pp_9	Cp_9	$Cup_9=Pp_9/Cp_9$	$Cpt_9=Cup_9*Dp$
Total			$Cup_T=Cup_1+\dots+Cup_9$	$Cpt=Cup_T*Dp$
Distancia planificada		Dp		

Precio planificado en Euros; Cantidad planificada en kilómetros; Distancia planificada en Kilómetros

Tabla 19: costes variables de operación planificados en el instante T_x .

Para calcular los costes variables de operación planificados, primero tenemos que establecer el precio, la cantidad y la distancia planificada como se desarrolla en los epígrafes 4.1.1, 4.3.3 y 4.3.4. dependiendo del tipo de flota, y a continuación calculamos el coste unitario y el coste planificado según la tabla 19.

El precio planificado es un precio medio de cada concepto en el instante T_x , por ejemplo el precio medio de un mantenimiento o la reparación de una avería. La cantidad planificada es cada cuantos kilómetros se produce un concepto, por ejemplo tenemos un accidente cada 15.000 Km. o consumimos un litro de combustible cada 13 Km. El coste unitario planificado

de cada concepto es el precio planificado dividido por la cantidad planificada. El coste planificado total es la multiplicación del coste unitario planificado por la distancia planificada.

Las fuentes de la información para calcular los costes variables de operación planificados pueden ser: un histórico de la flota; realizar estimaciones; otras flotas de vehículos; terceras compañías; instituciones u organismos oficiales; o los fabricantes de los vehículos.

El segundo paso es recopilar los costes variables de operación reales, los precios medios reales y la distancia real recorrida para el periodo P_x en el instante T_{x+1} . Con estos datos calculamos el coste unitario real y la cantidad real según la tabla 20.

Concepto	Precio real	Cantidad real	Coste unitario real	Coste real
Combustible	Pr_1	$Cr_1=Pr_1/Cur_1$	$Cur_1= Crt_1/Dr$	Crt_1
Neumáticos	Pr_2	$Cr_2= Pr_2/Cur_2$	$Cur_2= Crt_2/Dr$	Crt_2
Mantenimientos	Pr_3	$Cr_3= Pr_3/Cur_3$	$Cur_3= Crt_3/Dr$	Crt_3
Averías	Pr_4	$Cr_4= Pr_4/Cur_4$	$Cur_4= Crt_4/Dr$	Crt_4
Accidentes	Pr_5	$Cr_5= Pr_5/Cur_5$	$Cur_5= Crt_5/Dr$	Crt_5
Multas	Pr_6	$Cr_6= Pr_6/Cur_6$	$Cur_6= Crt_6/Dr$	Crt_6
Peajes	Pr_7	$Cr_7= Pr_7/Cur_7$	$Cur_7= Crt_7/Dr$	Crt_7
Dietas	Pr_8	$Cr_8= Pr_8/Cur_8$	$Cur_8= Crt_8/Dr$	Crt_8
Incentivos	Pr_9	$Cr_9= Pr_9/Cur_9$	$Cur_9= Crt_9/Dr$	Crt_9
Total			$CurT=Cur_1 + \dots + Cur_9$	$Crt=Crt_1 + \dots + Crt_9$
Distancia real recorrida		Dr		

Precio en Euros; Coste real en Euros; Distancia real recorrida en kilómetros.

Tabla 20: costes variables de operación reales en el instante T_{x+1} .

El coste real (Crt) en el instante T_{x+1} pueden tener desviaciones respecto al coste planificado en el instante T_x (Cpt) por los dos siguientes motivos:

- El coste unitario real ($CurT$)
- La distancia real recorrida (Dr)

La tabla 21 muestra las diferentes posibilidades de cómo el coste real varía, atendiendo a los incrementos o decrementos del coste unitario y la distancia recorrida real para un periodo P_x .

Concepto	Distancia recorrida mayor	Distancia recorrida igual	Distancia recorrida menor
Coste unitario mayor	+	+	+,=,-
Coste unitario igual	+	=	-
Coste unitario menor	+,=,-	-	-

Tabla 21: variación del coste real respecto a los planificados en el periodo P_x .

La situación mejor es aquella en la que el coste unitario y la distancia real son menores que los planificados. La peor situación es aquella en la que el coste unitario y la distancia real son mayores que los planificados.

Hay dos situaciones que son: el coste unitario es menor pero la distancia recorrida es mayor, o el coste unitario es mayor pero la distancia recorrida es menor. El coste real será mayor, igual o menor que el planificado dependiendo de la cuantía del coste unitario y la distancia recorrida real.

El siguiente análisis desglosa que parte de las variaciones del coste real provienen de las variaciones del coste unitario o de la distancia recorrida, según muestran las siguientes tablas 22 y 23.

Una vez calculados y/o recopilados el coste unitario planificado, el coste unitario real, la distancia planificada y real por tipo de vehículo, se calculan los datos de la siguiente tabla 22.

Tipo de vehículo	Nº de vehículos	Coste unitario planificado	Coste unitario real	Distancia planificada	Distancia real
A	n_1	CupTA	CurTA	DpA	DrA
B	n_2	CupTB	CurtB	DpB	DrB
....
N	n_n	CupTN	CurTN	DpN	DrN

Tabla 22: principales variables por tipo de vehículo en el periodo P_x .

Con los resultados de la tabla 22 obtenemos los datos de la tabla 23.

Tipo de vehículo	Costes planificados	Costes reales	Desviación total	Desviación coste unitario	Desviación distancia
A	$CTPA=CupTA*DpA$	$CTRA=CurTA*DrA$	$DTA=CTRA-CTPA$	$DTCUA=(CurTA-CupTA)*DrA$	$DTDA=(DrA-DpA)*CupTA$
B	$CTPB=CupTB*DpB$	$CTRB=CurTB*DrB$	$DTB=CTRB-CTPB$	$DTCUB=(CurTB-CupTB)*DrB$	$DTDB=(DrB-DpB)*CupTB$
....
N	$CTPN=CupTN*DpN$	$CTRN=CurTN*DrN$	$DTN=CTRN-CTPN$	$DTCUN=(CurTN-CupTN)*DrN$	$DTDN=(DrN-DpN)*CupTN$
Total	$CTP=CTA+...+CTN$	$CTR=CRA+...+CRN$	$DT=DTA+...+DTN$	$DTCU=DTCUA+...+DTCUN$	$DTD=DTDA+...+DTDN$

CTP= costes totales planificados; CTR= costes totales reales; DT= desviación total entre los costes reales y los planificados;
DTCU= desviación debida al coste unitario; DTD= desviación debida a la distancia recorrida.
DT=DTCU+DTD.

Tabla 23: desviación entre los costes planificados y los reales en el periodo P_x .

La tabla 23 muestra la desviación total producida para la flota y por tipos de vehículos entre los costes reales y los planificados, así como la desviación producida debida al coste unitario y la distancia recorrida.

El rango de la desviación que se produce entre los costes variables planificados y reales en términos absolutos es mayor cuantos más vehículos y/o costes variables planificados tenga la flota ya que las cantidades son mayores y por lo tanto tenemos más margen para incrementar el nivel de servicio y reducir los costes variables. En una flota de 50 vehículos la desviación en términos absolutos del nivel de servicio y los costes variables planificados y reales serán menores que para una flota de 500 vehículos.

Si analizamos y representamos en un gráfico estas desviaciones en términos absolutos obtendríamos conclusiones erróneas, por lo tanto necesitamos un indicador para medir la desviación y como evolucionan el nivel de servicio y los costes variables de operación independientemente del tamaño de la flota y los costes variables.

El método propuesto es calcular el % de desviación que se produce entre el nivel de servicio y los costes variables reales con los planificados según la tabla 24. Con los resultados de la tabla 23 obtenemos los datos de la tabla 24:

Tipo de vehículo	% desviación total	% desviación coste unitario	% desviación distancia
Tipo A	$(DTA/CTP)*100$	$(DTCUA/CTP)*100$	$(DTDA/CTP)*100$
Tipo B	$(DTB/CTP)*100$	$(DTCUB/CTP)*100$	$(DTDB/CTP)*100$
...
Tipo N	$(DTN/CTP)*100$	$(DTCUN/CTP)*100$	$(DTDN/CTP)*100$
Total	$(DT/CTP)*100$	$(DTCU/CTP)*100$	$(DTD/CTP)*100$

% desviación total= % desviación entre los costes reales y los planificados.
 % desviación costes unitario= % desviación debida al coste unitario.
 % desviación distancia= % desviación debida a la distancia.

Tabla 24: % desviación entre los costes planificados y los reales en el periodo P_x .

La tabla 24 muestra el porcentaje de desviación total producida para la flota entre los costes reales y los planificados, así como el porcentaje de desviación producida por el coste unitario y la distancia recorrida por tipo de vehículo.

Los tiempos totales de operación y las velocidades medias por tipo de vehículo son de gran utilidad para analizar los resultados obtenidos, la tablas 25 y 26 muestran los tiempos totales y las velocidades medias planificadas y reales en los instantes T_x y T_{x+1} para el periodo P_x por tipo de vehículo.

Tipo de vehículo	Tiempo planificado	Tiempo real	Diferencia	% desviación
A	T_{pa}	T_{ra}	$D_{ta}=T_{ra}-T_{pa}$	$(D_{ta}/T_{pa})*100$
B	T_{pb}	T_{rb}	$D_{tb}=T_{rb}-T_{pb}$	$(D_{tb}/T_{pb})*100$
...
N	T_{pn}	T_{rn}	$D_{tn}=T_{rn}-T_{pn}$	$(D_{tn}/T_{pn})*100$
Total	$TTP=T_{pa}+...+T_{pn}$	$TTR=T_{ra}+...+T_{rn}$	$DTT=TTR-TTP$	$(DDT/TTP)*100$

Tiempo planificado, es la suma de los tiempos planificados de todos vehículos para el periodo P_x .
 Tiempo real, es la suma de los tiempos reales de todos los vehículos para el periodo P_x .

Tabla 25: tiempos reales y planificados de operación por tipo de vehículo en el periodo P_x . La tabla 26 muestra las velocidades medias planificadas y reales en los instantes T_x y T_{x+1} para el periodo P_x por tipo de vehículo.

Tipo de vehículo	Distancia planificada	Velocidad media planificada	Distancia real	Velocidad media real	Diferencia	% diferencia
A	D_{pa}	$V_{mpa}=D_{pa}/T_{pa}$	D_{ra}	$V_{mra}=D_{ra}/T_{ra}$	$D_{va}=V_{mra}-V_{mpa}$	$(D_{va}/V_{mpa})*100$
B	D_{pb}	$V_{mpb}=D_{pb}/T_{pb}$	D_{rb}	$V_{mrb}=D_{rb}/T_{rb}$	$D_{vb}=V_{mrb}-V_{mpb}$	$(D_{vb}/V_{mpb})*100$
...
N	D_{pn}	$V_{mpn}=D_{pn}/T_{pn}$	D_{rn}	$V_{mnr}=D_{rn}/T_{rn}$	$D_{vn}=V_{mnr}-V_{mpn}$	$(D_{vn}/V_{mpn})*100$
Total	$DPT=D_{pa}+...+D_{pn}$	$VMPT=DPT/TPT$	$DRT=D_{ra}+...+D_{rn}$	$VRPT=DRT/TTR$	$DVT=VRPT-VMPT$	$(DVT/VMPT)*100$

Tabla 26: velocidades medias planificadas y reales por tipo de vehículo en el periodo P_x

La tabla 27 muestra como calcular la desviación producida entre el nivel de servicio real respecto al planificado en el periodo P_x . El nivel de servicio planificado se estima como se ha explicado en el capítulo 4. En el caso de rutas planificadas el nivel de servicio real hay que medirlo por cada servicio realizado y hacer una media de entre todos ellos para el periodo P_x .

Concepto	Nivel de servicio planificado	Nivel de servicio real	% desviación
Total	NSP	NSR	$(NSR-NSP/NSP)*100$

Tabla 27: % desviación nivel de servicio real respecto al planificado en el periodo P_x

9.2.2. Largo plazo

Para medir como la flota es gestionada en el largo plazo, se emplea la misma metodología utilizada en el corto plazo realizando las siguientes modificaciones. En el instante T_{x+1} en vez de utilizar los datos reales del periodo P_x utilizamos los datos planificados para el periodo P_{x+1} .

Una situación particular es cuando del periodo P_x al P_{x+1} el número de vehículos se incrementa o disminuye provocando que la distancia recorrida y el nivel de servicio varíen tal como se ha explicado en el capítulo 4, debido a que la flota en cada periodo P_x y P_{x+1} tiene un nivel de servicio y una distancia a recorrer planificadas acordes al número de vehículos.

Por lo tanto comparar la flota en diferentes periodos con diferentes números de vehículos no es de gran utilidad y obtendremos conclusiones erróneas de cómo ha sido gestionada, para evitar este inconveniente, se propone el siguiente modelo: en el instante T_{x+1} se vuelve a calcular el nivel de servicio y la distancia a recorrer utilizando las mismas condiciones y número de vehículos que tenemos en T_x . El nivel de servicio y la distancia obtenidos son los datos que utilizamos como los planificados para el instante T_{x+1} .

9.2.3. Análisis de los resultados

Se desarrolla una metodología para el análisis de los resultados para el corto y largo plazo, considerando una flota con rutas planificadas en el que el nivel de servicio es el tiempo mayor de todos los vehículos de la flota, y una reducción de este tiempo implica una mejora en el nivel de servicio como se ha desarrollado en el caso teórico-práctico del epígrafe 4.1.1.

Hay que tener en consideración que en el corto plazo en el instante T_{x+1} corresponde a la desviación del nivel de servicio y los costes variables reales de operación respecto a los planificados en T_x para el periodo P_x , y en el largo plazo en el instante T_{x+1} corresponde a la desviación del nivel de servicio y los costes variables planificados de operación respecto a los planificados en T_x para el periodo P_x .

El primer análisis a realizar, es la representación gráfica de las desviaciones del nivel de servicio y los costes variables de operación.

El gráfico 28 muestra los diferentes escenarios de las desviaciones que se pueden producir entre el nivel de servicio y los costes variables de operación planificados en el instante T_x .

Hay que establecer unos márgenes de desviación razonables y realistas en los que se considera que la flota no se ha gestionado mejor o peor que lo esperado.

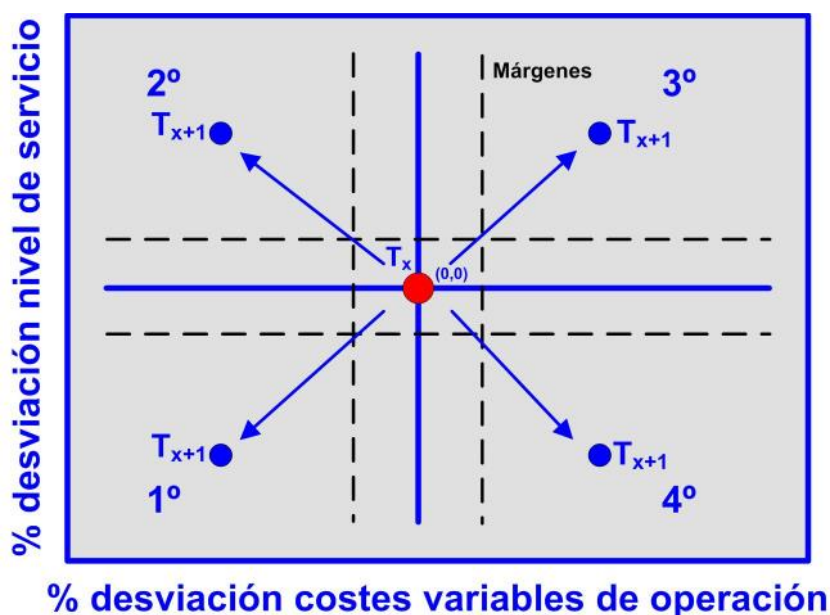


Gráfico 28: escenarios posibles de la desviaciones de los costes variables de operación y el nivel de servicio.

En el cuadrante 1º el nivel de servicio aumenta y los costes variables de operación disminuyen, esta es la mejor situación posible y demuestra que la flota ha sido gestionada mejor de lo esperado en el corto plazo, o se han producido mejoras entre periodos (largo plazo).

En el cuadrante 3º el nivel de servicio disminuye y los costes variables de operación aumentan, esta es la peor situación posible y demuestra que la flota ha sido gestionada peor de lo esperado en el corto plazo o se ha empeorado entre periodos (largo plazo).

En el cuadrante 2º el nivel de servicio disminuye y los costes variables de operación disminuyen, esta es una situación intermedia entre la mejor y peor situación posible y la flota ha sido gestionada peor o mejor de lo esperado, o se han producido mejoras o un empeoramiento dependiendo de cual de las dos variables, si el nivel de servicio o los costes variables de operación son más importantes para la organización, los valores de las mismas o de las circunstancias de operación que se han producido durante el periodo P_x (corto plazo) o entre los periodos P_x y P_{x+1} (largo plazo).

En el cuadrante 4º el nivel de servicio aumenta y los costes variables de operación aumentan, esta es una situación intermedia entre la mejor y peor situación posible y la flota ha sido gestionada peor o mejor, o se han producido mejoras o un empeoramiento dependiendo cual de las dos variables, si el nivel de servicio o los costes variables de operación son más importantes para la organización, los valores de las mismas, o las circunstancias de operación que se han producido durante el periodo P_x (corto plazo) o entre los periodos P_x y P_{x+1} (largo plazo).

Hay que tener en consideración que las desviaciones causadas por las variaciones en los precios incurridos durante el periodo P_x o entre los periodos P_x y P_{x+1} que se deban a causas externas y que nuestra organización no puede controlar, no se deben tener en consideración para medir como la flota es gestionada ya que obtendríamos conclusiones erróneas.

El siguiente análisis es realizar un estudio de cómo el % de desviación del nivel de servicio y los costes variables de operación evolucionan en diferentes periodos consecutivos de tiempo $P_x, P_{x+1}, P_{x+2}...P_n$.

El gráfico 29 muestra un ejemplo de n posibles resultados (cuatro por cada periodo) que se pueden obtener en los periodos $P_x, P_{x+1}, P_{x+2}...P_n$ del % de la desviación del nivel de servicio y los costes variables de operación.

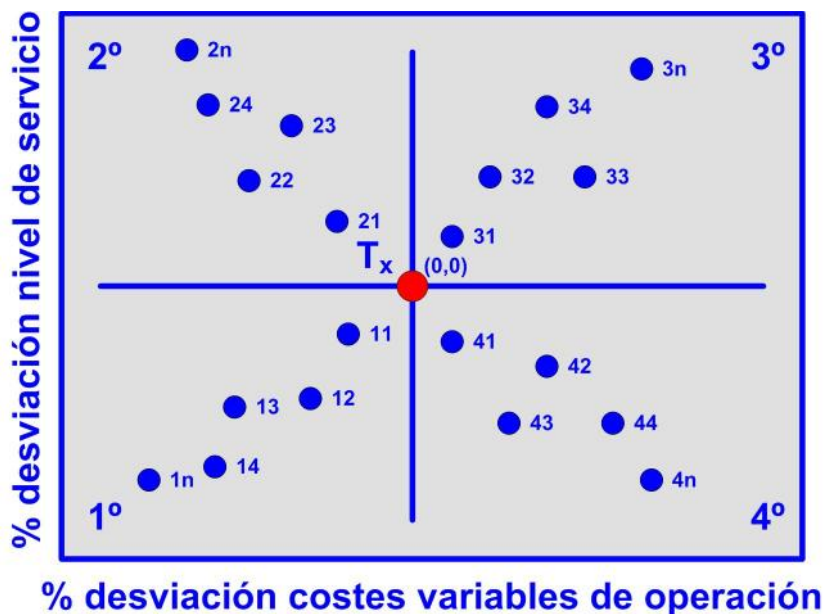


Gráfico 29: n posibles relaciones del % desviación nivel de servicio y los costes variables de operación

Si todos los valores de % de desviación del nivel de servicio y los costes variables de operación en los periodos $P_x, P_{x+1}, P_{x+2} \dots P_n$ están en el primer cuadrante la flota ha sido gestionada mejor de lo esperado y su evolución es la apropiada en el corto plazo, o se han producido mejoras en el largo plazo. La evolución ideal es la que se produce con los siguientes relaciones ($T_{2,11}; T_{3,12}; T_{4,13}; T_{5,14} \dots T_{n,1n-1}$) en las en cada periodo en el corto plazo o entre periodos en el largo plazo se mejora el nivel de servicio y se reducen los costes variables de operación progresivamente como muestra el gráfico 30.

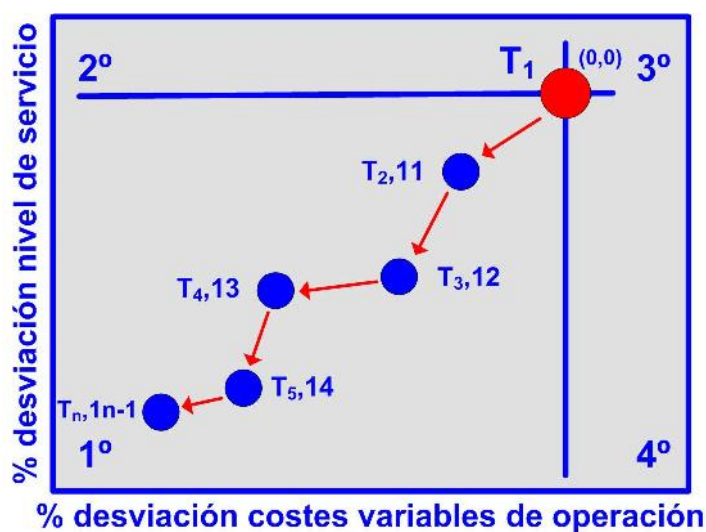


Gráfico 30: evolución ideal del % desviación del nivel de servicio y los costes variables de operación

Si todos los valores de % de desviación del nivel de servicio y los costes variables de operación en los periodos $P_x, P_{x+1}, P_{x+2} \dots P_n$ están en el tercer cuadrante la evolución la flota ha sido gestionada peor de lo esperado y su evolución no es la apropiada en el corto plazo o ha empeorado en el largo plazo. Esto puede ser debido a varias razones como no identificar las razones de estas variaciones, no tomar las medidas adecuadas o no realizar una planificación adecuada.

La evolución peor es la que se produce con los siguientes relaciones ($T_{2,31}; T_{3,32}; T_{4,33}; T_{5,34} \dots T_{n,3n-1}$), en las en cada periodo se empeora el nivel de servicio y se incrementan los costes variables de operación en el corto plazo o entre periodos en el largo plazo progresivamente como muestra el gráfico 31.

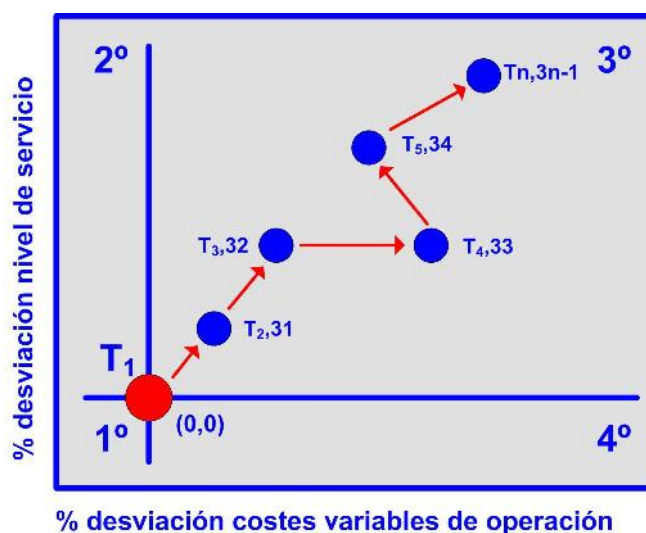


Gráfico 31: evolución peor del % desviación del nivel de servicio y los costes variables de operación

Si todos los valores de % de desviación del nivel de servicio y los costes variables de operación en los periodos $P_x, P_{x+1}, P_{x+2} \dots P_n$ están en el cuadrante 2° o 4° , esta es una situación intermedia entre la mejor y peor situación posible y la flota ha sido gestionada peor o mejor de lo esperado en el corto o en el largo plazo dependiendo de cual de las dos variables, si el nivel de servicio o los costes variables de operación son más importantes para la organización, los valores de las mismas o de las circunstancias de operación que se han producido durante los periodos o entre periodos $P_x, P_{x+1}, P_{x+2} \dots P_n$.

Si los valores de % de desviación del nivel de servicio y los costes variables en los periodos P_x , P_{x+1} , $P_{x+2} \dots P_n$ están en diferentes cuadrantes, la flota no ha sido gestionada apropiadamente, por que no hemos controlado adecuadamente el nivel de servicio y los costes variables. Esto puede ser debido a varias razones como no identificar las razones de estas variaciones, no tomar las medidas adecuadas o no realizar una planificación adecuada. El gráfico 32 muestra tres ejemplos de este caso considerando 4 periodos tanto para el corto o el largo plazo.

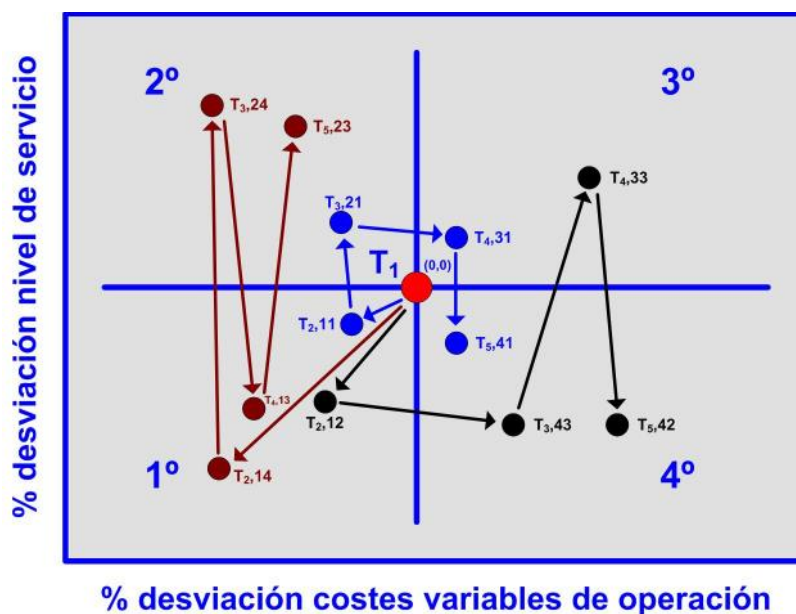


Gráfico 32: evoluciones del % de las desviaciones del nivel de servicio y los costes variables en varios cuadrantes.

Con los datos obtenidos hay que realizar un análisis en profundidad en el corto y el largo plazo con los siguientes objetivos: conocer las causas de las desviaciones en el nivel de servicio y los costes variables de operación; priorizar las medidas a tomar en aquellos tipos de vehículos, conductores y conceptos que nos están causando las mayores desviaciones; e identificar que vehículos nos están provocando las desviaciones.

El análisis hay que realizarlo desde lo más genérico a lo más específico según el siguiente gráfico 33 para los costes variables de operación.

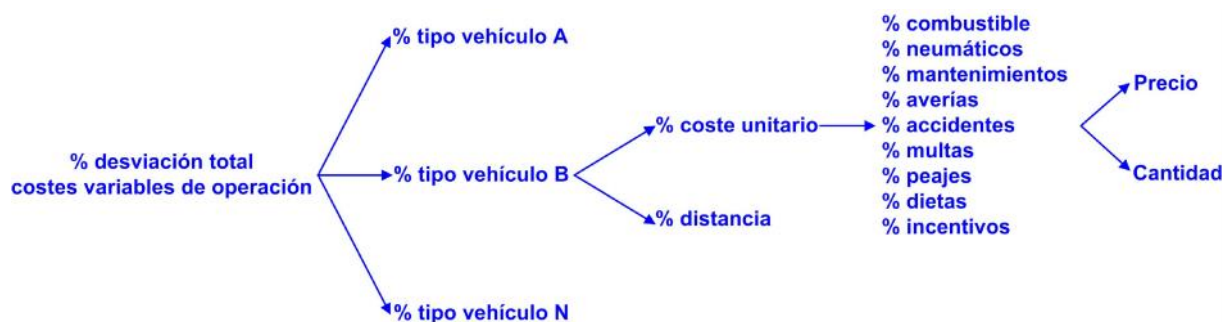


Gráfico 33: estructura de las desviaciones en los costes variables de operación.

El primer paso es conocer el % de desviación de los costes variables de operación por tipo de vehículo, el segundo paso es conocer el % de desviación debido al coste unitario y a la distancia por tipo de vehículo, utilizando la tabla 24.

Conociendo la desviación producida por la distancia recorrida hay que identificar que vehículos han realizado más kilómetros que los planificados, estudiar la causa que lo ha provocado y tomar las medidas adecuadas para que no se vuelva a producir. En aquellos vehículos que han recorrido menos kilómetros de los planificados hay que identificar la causa que lo ha provocado con el objetivo de aplicarlo al resto de vehículos de la flota como una buena práctica y/o modelo a seguir.

El tercer paso es conocer el desglose de la desviación producida por los costes unitarios en sus diferentes partidas por tipo de vehículo, según muestra la tabla 28:

Concepto	% desviación
Combustible	$((Cur_1 - Cup_1) * Dr * 100) / CTP$
Neumáticos	$((Cur_2 - Cup_2) * Dr * 100) / CTP$
Mantenimientos	$((Cur_3 - Cup_3) * Dr * 100) / CTP$
Averías	$((Cur_4 - Cup_4) * Dr * 100) / CTP$
Accidentes	$((Cur_5 - Cup_5) * Dr * 100) / CTP$
Multas	$((Cur_6 - Cup_6) * Dr * 100) / CTP$
Peajes	$((Cur_7 - Cup_7) * Dr * 100) / CTP$
Dietas	$((Cur_8 - Cup_8) * Dr * 100) / CTP$
Incentivos	$((Cur_9 - Cup_9) * Dr * 100) / CTP$

Dr es la distancia real total recorrida por tipo de vehículo.

Tabla 28: % de desviación de los costes unitarios

Con los datos obtenidos de la tabla 28, conocemos que costes unitarios tienen desviaciones positivas, negativas o no tienen. En aquellos costes unitarios con desviaciones positivas hay que identificar el motivo que la provoco, si es por los precios, la cantidad o ambos a la vez tal como muestra la tabla 15, e identificar que vehículos han provocado esta desviación y tomar las medidas adecuadas para que no se vuelva a producir.

En aquellos costes unitarios que tienen desviaciones negativas hay que identificar las causas y los vehículos que las han provocado con el objetivo de aplicarlo al resto de vehículos de la flota como una buena práctica y/o modelo a seguir.

Hay que identificar las posibles razones de las desviaciones del nivel de servicio, y cuanto corresponden a cada partida tal como muestra el gráfico 34:



Gráfico 34: posibles razones de las desviaciones del nivel de servicio

Una forma de agrupar el análisis del corto con el largo plazo y medir como la flota ha sido gestionada en un periodo P_x , es establecer un sistema de puntuación del porcentaje de las desviaciones producidas en el nivel de servicio y en los costes variables de operación. Se desarrolla un ejemplo de cómo realizar este sistema de puntuación.

% desviación	Costes	Nivel de servicio
±0-3	0	0
±3-5	±1	±1
±5-8	±3	±3
±8-12	±5	±5
±12-17	±8	±8

Tabla 29: puntuaciones dependiendo del % de desviación

La tabla 29 representa la puntuación dependiendo del % de desviación positiva o negativa producida en el nivel de servicio y los costes variables de operación reales o planificados respecto a lo planificado para un periodo P_x .

En este sencillo ejemplo se han utilizado solamente las desviaciones totales, pero el sistema de puntuación se puede hacer más específico utilizando por ejemplo la desviación en la distancia y en las diferentes partidas que componen el coste unitario (combustible, mantenimientos etc.) y estos a su vez se pueden desglosar por el precio y la cantidad.

En el ejemplo tanto los costes variables, el nivel de servicio, el corto y el largo plazo tienen el mismo peso en la puntuación, sin embargo para algunas organizaciones tendrá más prioridad el corto que el largo plazo, los accidentes que las multas, un determinado tipo de vehículos, o el nivel de servicio que los costes variables de operación, y por lo tanto tienen que tener diferente peso en el sistema de puntuación.

Por lo tanto las puntuaciones y el grado de detalle del sistema de puntuación dependerán de las características y objetivos de cada organización.

9.3. EJEMPLO PRÁCTICO

Se desarrolla un ejemplo práctico en una flota con rutas planificadas en tres periodos de tiempo según el gráfico 35, aplicando la metodología explicada en el epígrafe 9.2. El nivel de servicio es el tiempo mayor de todos los vehículos de la flota, y una reducción de este tiempo implica una mejora en el nivel de servicio como se ha desarrollado en el caso teórico-práctico del epígrafe 4.1.1.

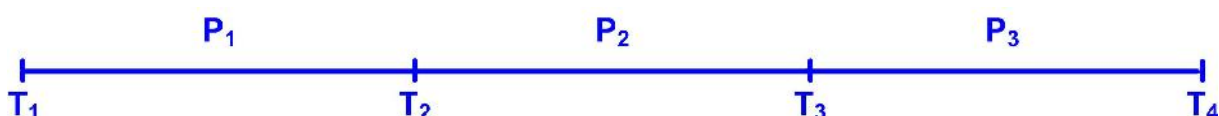


Gráfico 35: ejemplo práctico considerando tres periodos

Consideramos una flota compuesta por dos tipos de vehículos que utilizan el mismo combustible: el tipo A es un vehículo pesado que realiza rutas interurbanas y de la larga distancia, mayoritariamente por autovías; el tipo B es un vehículo ligero, que realiza rutas mixtas entre urbanas e interurbanas, y de media-corta distancia.

Conjuntamente ambos tipos de vehículos prestan el nivel de servicio, establecido por el mayor tiempo de todos los vehículos de la flota, y que en nuestro ejemplo pertenece al tipo B.

Las tablas y gráficos de los siguientes epígrafes muestran las condiciones iniciales y los resultados de cada periodo, en el anexo están desarrollados todos los datos iniciales y resultados para cada periodo.

9.3.1. Periodo P₁

En el corto plazo las condiciones planificadas en el instante T₁ y las reales en el instante T₂ son las mostradas en la tabla 30.

Tipo de vehículo	Nº vehículos	Costes unitarios planificados T ₁	Costes unitarios reales T ₂	Distancia planificada T ₁	Distancia real T ₂
A	20	0,502	0,520	200.000	201.000
B	80	0,195	0,193	600.000	680.000
Total	100			800.000	881.000

Tabla 30: datos planificados y reales en el periodo P₁

Con los datos de la tabla 30 y la metodología propuesta obtenemos los datos mostrados en la tabla 31.

Tipo de vehículo	% desviación total	% desviación costes unitarios	% desviación distancia
A	1,957%	1,726%	0,231%
B	6,579%	-0,605%	7,184%
Total	8,536%	1,121%	7,415%

Tabla 31: % desviaciones de los costes reales respecto a los planificados en el periodo P₁

El gráfico 36 muestra el % de desviación desglosado por tipo de vehículo, coste unitario, distancia y partida.

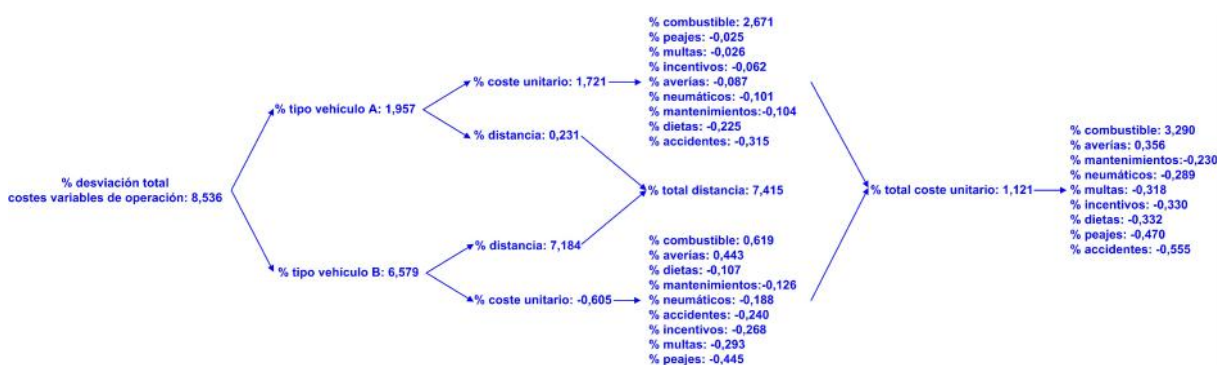


Gráfico 36: % desviación total costes variables de operación en el corto plazo en el periodo P₁

En el periodo 1º hemos obtenido una desviación del 8,536% de los costes variables de operación, debido principalmente al tipo de vehículo B y la distancia recorrida.

Analizando el tipo de vehículo B, la mayor desviación corresponde a la distancia recorrida, por que hemos realizado más kilómetros que los planificados. La desviación en el coste unitario ha tenido una ligera mejoría, aunque en el concepto de combustible y averías han empeorado ligeramente. En el caso del combustible es debido a un considerable incremento en su consumo (tablas 58 y 59) por que la velocidad media (tabla 62) se ha incrementado ligeramente, y en el caso de las averías debido a que los precios se han incrementado y el kilometraje para que se produzca una avería ha decrecido (tablas 58 y 59).

Analizando el tipo de vehículo A, la mayor desviación corresponde al coste unitario, debido al incremento en el consumo de combustible, por que la velocidad media (tabla 62) se ha incrementado considerablemente, en el resto de partidas se han producido ligeras mejoras que compensan una parte el incremento del consumo de combustible. Se puede considerar que no ha habido desviación en la distancia al ser esta de pequeña cuantía.

En el largo plazo, durante el periodo P_1 , hemos adquirido un depósito de combustible de gran capacidad para suministrar combustible a nuestros vehículos a partir del instante T_2 , y por lo tanto el precio de adquisición del combustible es más económico. El resto de conceptos de los costes unitarios, los precios y las cantidades planificadas así como los tiempos medios y la distancia se mantienen constantes como muestran las tablas 64, 66, 69 y 70.

En el largo plazo las condiciones planificadas en el instante T_1 y en el instante T_2 son las mostradas en la tabla 32.

Tipo de vehículo	Nº vehículos	Costes planificados T_1	Costes planificados T_2	Distancia planificada T_1	Distancia planificada T_2
A	20	0,502	0,452	200.000	200.000
B	80	0,195	0,179	600.000	600.000
Total	100			800.000	800.000

Tabla 32: datos planificados en el largo plazo en el periodo P_1

Con los datos de la tabla 32 y la metodología propuesta, obtenemos los datos mostrados en la tabla 33:

Tipo de vehículo	% desviación total	% desviación costes unitarios	% desviación distancia
A	-4,596%	-4,596%	0,000%
B	-4,501%	-4,501%	0,000%
Total	-9,097%	-9,097%	0,000%

Tabla 33: % desviaciones de los costes planificados en el largo plazo en el periodo P_1

El gráfico 37 muestra el % de desviación desglosado por tipo de vehículo, coste unitario, distancia y partida.

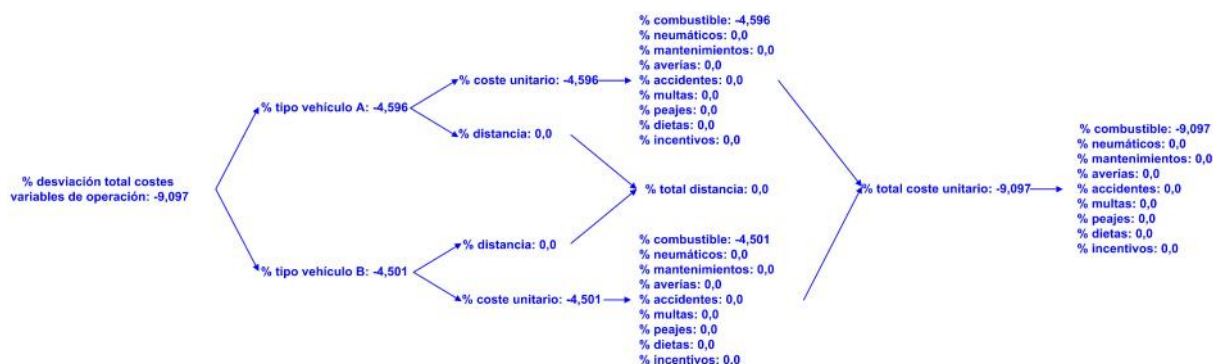


Gráfico 37: % desviación total costes variables de operación en el largo plazo en el periodo P₁

En el periodo 1º en el largo plazo obtenemos una desviación del -9,097% en los costes variables de operación, causada por la bajada del precio del combustible, y ambos tipos de vehículos tienen prácticamente el mismo % de desviación en el coste unitario.

La tabla 34 muestra la desviación en el nivel de servicio para el periodo P₁ en el corto plazo.

Concepto	Planificado T ₁	Real T ₂	Diferencia	Incremento
Nivel de servicio	8	8,5	0,5	6,25%

Tabla 34: desviación del nivel de servicio en el corto plazo en el periodo P₁

En el periodo P₁ hemos obtenido una desviación del 6,25% del nivel de servicio en el corto plazo, debido a que está establecido por un vehículo perteneciente al tipo B, y ha recorrido más distancia que la planificada, sin ninguna variación en la velocidad planificada (tabla 62), provocando el decremento del nivel de servicio.

El tipo de vehículo A ha recorrido prácticamente la distancia planificada a una mayor velocidad que la planificada (tabla 62), pero el nivel de servicio ha decrecido por que este tipo de vehículo no tiene influencia en el nivel de servicio, por lo tanto lo único que se ha obtenido es un incremento en los costes variables de operación, provocado por un mayor consumo de combustible.

En el largo plazo, hemos reducido el tiempo del mayor de todos los vehículos de la flota, rediseñando su ruta, provocando una reducción del tiempo del nivel de servicio como muestra la tabla 35.

Concepto	Planificado T ₁	Planificado T ₂	Diferencia	Decremento
Nivel de servicio	8	7,80	-0,2	-2,50%

Tabla 35: desviación del nivel de servicio en el largo plazo en el periodo P₁

Las principales conclusiones que obtenemos para este primer periodo son las siguientes:

- En el largo plazo hemos obtenido una bajada considerable de los costes variables de operación debido a la adquisición de un depósito de combustible, que nos ha permitido reducir el precio del combustible, y el nivel de servicio permanece igual
- En el corto plazo hemos obtenido una subida de los costes variables de operación debida principalmente a la mayor distancia recorrida por el tipo de vehículo B, y que ha provocado un decremento del nivel de servicio
- En el corto plazo los costes variables de operación han tenido un ligero incremento debido a que el tipo de vehículo A ha tenido una mayor velocidad que la planificada, provocando un aumento del consumo de combustible, y que principalmente ha sido compensada con las mejoras producidas en el resto de conceptos de los costes variables de operación
- En el corto plazo la flota ha sido gestionada peor de lo esperado respecto a los costes variables de operación y el nivel de servicio. En el largo plazo la flota ha sido gestionada mejor de lo esperado respecto a los costes variables de operación, y acorde a lo esperado respecto al nivel de servicio

La organización tiene que investigar por que se ha producido el incremento de la velocidad de los vehículos del tipo A, y la distancia recorrida por los vehículos del tipo B, así como identificar que vehículos han provocado estos incrementos con el objetivo de tomar las medidas adecuadas para corregir esta situación y no vuelvan a suceder en los sucesivos periodos.

9.3.2. Periodo P₂

En el corto plazo las condiciones planificadas en el instante T₂ y las reales en el instante T₃ son las mostradas en la tabla 36.

Tipo de vehículo	Nº vehículos	Costes unitarios planificados T ₂	Costes unitarios reales T ₃	Distancia planificada T ₂	Distancia real T ₃
A	20	0,452	0,456	200.000	198.000
B	80	0,179	0,179	600.000	630.000
Total	100			800.000	828.000

Tabla 36: datos planificados y reales plazo en el periodo P₂

Con los datos de la tabla 36 y la metodología propuesta, obtenemos los datos mostrados en la tabla 37.

Tipo de vehículo	% desviación total	% desviación costes unitarios	% desviación distancia
A	0,013%	0,470%	-0,457%
B	2,789%	0,073%	2,716%
Total	2,803%	0,543%	2,259%

Tabla 37: % desviaciones de los costes planificados en el corto plazo en el periodo P₂

El gráfico 38 muestra el % de desviación desglosado por tipo de vehículo, coste unitario, distancia y partida.

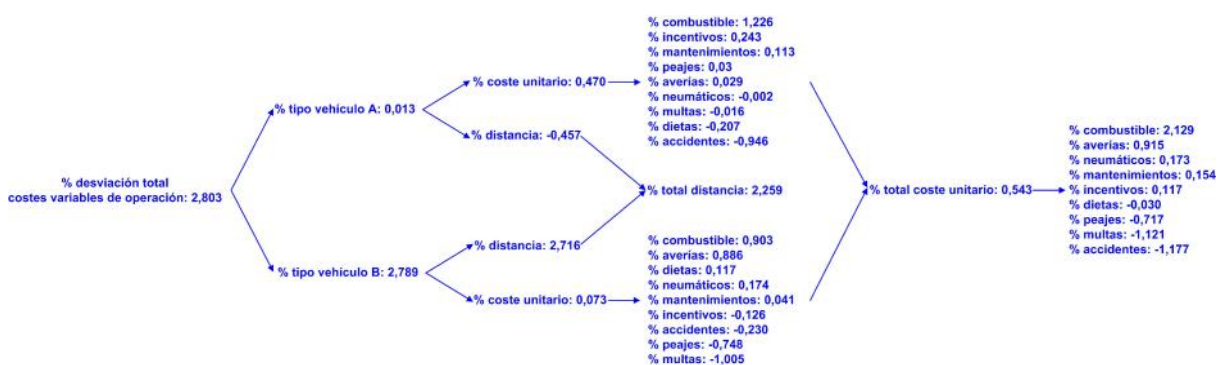


Gráfico 38: % desviación total costes variables de operación en el corto plazo en el periodo P₂

En el periodo 2º hemos obtenido una desviación positiva del 2,803% de los costes variables de operación, debido principalmente al tipo de vehículo B y la distancia recorrida.

Analizando el tipo de vehículo B, la mayor desviación corresponde a la distancia recorrida, por que hemos realizado más kilómetros que los planificados. En el coste unitario prácticamente no hemos tenido desviación, aunque en los conceptos de combustible y averías han empeorado ligeramente (tablas 66 y 77). En el caso del combustible es debido a un ligero incremento en el precio real del combustible provocado a que una parte de los vehículos han repostado combustible en estaciones de servicio, en vez de realizarlo en nuestro propio depósito de combustible, y a un ligero incremento en la velocidad media (tabla 70). En el caso de las averías debido a que los precios se han incrementado y el kilometraje para que se produzca una avería ha decrecido (tablas 66 y 67). Hay que recalcar una ligera mejoría en las multas de tráfico debido a que la frecuencia de ocurrencia ha aumentado ligeramente (tablas 66 y 67).

Analizando el tipo de vehículo A, prácticamente no hay tenido ninguna desviación respecto a lo planificado. En el coste unitario prácticamente no ha tenido desviación, aunque en el concepto de combustible han empeorado ligeramente debido a un ligero incremento en el precio real del combustible provocado a que una parte de los vehículos han repostado combustible en estaciones de servicio, en vez de realizarlo en nuestro propio depósito de combustible y a un ligero incremento en la velocidad media (tabla 70). Hay que recalcar una ligera mejoría en los accidentes de tráfico debido a que la frecuencia de ocurrencia ha aumentado ligeramente (tablas 64 y 65).

En el largo plazo, durante el periodo P_2 , hemos instalado dispositivos para evitar el *idle time* que nos apagan el motor en las paradas de los vehículos con el consecuente ahorro de combustible en los vehículos de tipo B ya que realizan rutas urbanas (tabla 76), hemos alcanzado un acuerdo marco con un distribuidor minorista de recambios para que nos suministre recambio alternativo al original, y los conductores han recibido formación para la prevención de los accidentes de tráfico, por lo que se espera que la frecuencia de ocurrencia de estos aumenten (tablas 74 y 76).

Debido a que nuestro servicio tiene mayor demanda y tenemos que realizar más rutas y/o puntos de recogida o reparto necesitamos adquirir tres vehículos del tipo B y uno del tipo A para conservar el mismo el nivel de servicio actual. Para calcular las desviaciones en el largo plazo en el periodo P_2 , consideramos que tenemos la misma flota de vehículos en los instantes T_2 y T_3 tal como muestran las tablas 71 y 72.

Todas estas medidas entrarán en funcionamiento en el instante T_3 , en el resto de conceptos de los costes unitarios, los precios y las cantidades planificadas se mantienen constantes como muestran las tablas 74 y 76.

En el largo plazo las condiciones planificadas en el instante T_2 y en el instante T_3 son las mostradas en la tabla 38.

Tipo de vehículo	Nº vehículos	Costes unitarios planificados T_2	Costes unitarios planificados T_3	Distancia planificada T_2	Distancia planificada T_3
A	20	0,452	0,387	200.000	200.000
B	80	0,179	0,147	600.000	600.000
Total	100			800.000	800.000

Tabla 38: datos planificados en el largo plazo en el periodo P_2

Con los datos de la tabla 38 y la metodología propuesta obtenemos los datos mostrados la tabla 39.

Tipo de vehículo	% desviación total	% desviación costes unitarios	% desviación distancia
A	-6,510%	-6,510%	0,0%
B	-9,626%	-9,626%	0,0%
Total	-16,136%	-16,136%	0,0%

Tabla 39: % desviaciones de los costes planificados en el largo plazo en el periodo P_2

El gráfico 39 muestra el % de desviación desglosado por tipo de vehículo, coste unitario, distancia y partida.

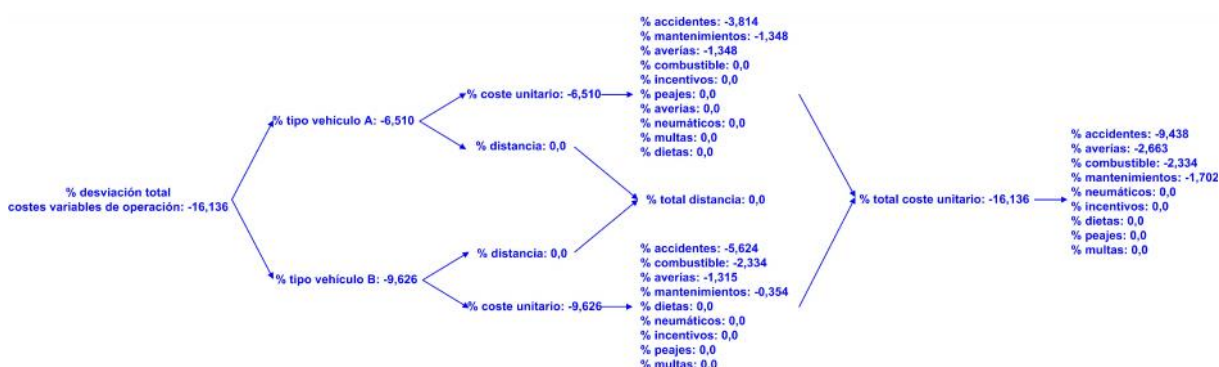


Gráfico 39: % desviación total costes variables de operación en el largo plazo en el periodo P_2

En el periodo 2º en el largo plazo tenemos una desviación del -16,136% en los costes variables de operación causada principalmente por la bajada del precio de los recambios que afectan a las partidas de mantenimientos, averías y accidentes de tráfico, a la incorporación de dispositivos que evitan el *idle time* reduciendo el consumo de combustible y a la prevención de los accidentes de tráfico. En el tipo de vehículo B conseguimos una mayor reducción debido principalmente a la incorporación de dispositivos *idle time*.

La tabla 40 muestra la desviación en el nivel de servicio para el periodo P₂ en el corto plazo.

Concepto	Planificado T ₂	Real T ₃	Diferencia	Incremento
Nivel de servicio	7,8	7,9	0,1	1,28%

Tabla 40: desviación del nivel de servicio en el corto plazo en el periodo P₂

En el periodo P₂ hemos tenido una ligera desviación del 1,28% en el nivel de servicio en el corto plazo, debido a que el vehículo con mayor tiempo de servicio ha recorrido mayor distancia que la planificada, aunque en el periodo P₁ habíamos rediseñado su ruta. Este resultado está en consonancia con la distancia real que es mayor que la planificada para los vehículos del tipo B y al que pertenece este vehículo.

En el largo plazo en el nivel de servicio hemos reducido el tiempo del mayor de todos los vehículos aumentando la velocidad media del vehículo con mayor tiempo de toda la flota de vehículos.

La tabla 41 muestra la desviación en el nivel de servicio para el periodo P₂ en el largo plazo.

Concepto	Planificado T ₂	Planificado T ₃	Diferencia	Decremento
Nivel de servicio	7,8	7,65	-0,15	-1,92%

Tabla 41: desviación del nivel de servicio en el largo plazo en el periodo P₂

Las conclusiones que obtenemos para este segundo periodo son las siguientes:

- En el largo plazo hemos obtenido un decremento considerable de los costes variables de operación debido al acuerdo marco referente a los recambios, la prevención de los accidentes de tráfico y la incorporación de dispositivos que evitan el *idle time* en los vehículos de tipo B, y el nivel de servicio permanece igual

- En el corto plazo hemos obtenido una ligera subida de los costes variables de operación debida principalmente a la mayor distancia recorrida por el tipo de vehículo B, y que ha provocado un ligero aumento del tiempo del nivel de servicio
- En el corto plazo la flota ha sido gestionada igual que lo esperado respecto a los costes variables de operación y el nivel de servicio reales ya que son prácticamente los planificados. En el largo plazo la flota ha sido gestionada mejor de lo esperado respecto a los costes variables de operación, y acorde a lo esperado respecto al nivel de servicio

La organización tiene que investigar por que se ha producido el ligero incremento de la distancia recorrida de los por los vehículos del tipo B, así como identificar que vehículos han provocado estos incrementos con el objetivo de tomar las medidas adecuadas para corregir esta situación y no vuelvan a suceder en los sucesivos periodos.

9.3.3. Periodo P₃

En el corto plazo las condiciones planificadas en el instante T₃ y las reales en el instante T₄ son las mostradas en la tabla 42.

Tipo de vehículo	Nº vehículos	Costes unitarios planificados T ₃	Costes unitarios reales T ₄	Distancia planificada T ₃	Distancia real T ₄
A	23	0,387	0,386	207.500	199.500
B	81	0,147	0,146	614.000	605.000
Total	104			821.500	804.500

Tabla 42: datos planificados y reales en el periodo P₃

Con los datos de la tabla 42 y la metodología propuesta obtenemos los siguientes datos mostrados en la tabla 43.

Tipo de vehículo	% desviación total	% desviación costes unitarios	% desviación distancia
A	-1,980%	-0,166%	-1,814%
B	-1,160%	-0,383%	-0,776%
Total	-3,140%	-0,550%	-2,590%

Tabla 43: % desviaciones de los costes planificados en el corto plazo en el periodo P₃

El gráfico 40 muestra el % de desviación desglosado por tipo de vehículo, coste unitario, distancia y partida.

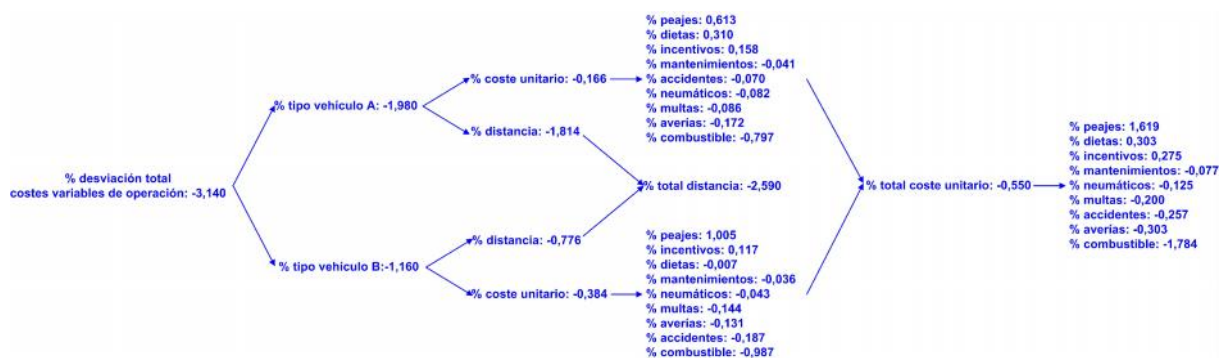


Gráfico 40: % desviación total costes variables de operación en el corto plazo en el periodo P_3

En el periodo 3º en el corto plazo hemos obtenido una desviación negativa del -3,140% de los costes variables de operación, debido principalmente a la distancia recorrida real ha sido menor que la planificada, provocado por un aumento de la utilización de peajes como muestran las tablas 74, 75,76 y 77. La velocidad media ha disminuido ligeramente provocado un decremento del consumo de combustible y un aumento en el tiempo total como muestra la tabla 79.

En el largo plazo los conductores han recibido formación para evitar las multas de tráfico, por lo que se espera que la frecuencia de ocurrencia de estos aumenten, hemos recalculado las rutas a realizar incluyendo peajes provocando que la distancia planificada disminuya, y hemos alcanzado un acuerdo marco con una marca de neumáticos.

Todas estas medidas entrarán en funcionamiento en el instante T_4 , en el resto de conceptos de los costes unitarios, los precios y las cantidades planificadas se mantienen constantes como muestran las tablas 81 y 82.

En el largo plazo las condiciones planificadas en el instante T_3 y en el instante T_4 son las mostradas en la tabla 44.

Tipo de vehículo	Nº vehículos	Costes unitarios planificados T_3	Costes unitarios planificados T_4	Distancia planificada T_3	Distancia planificada T_4
A	23	0,387	0,403	207.500	195.000
B	81	0,147	0,154	614.000	590.000
Total	104			821.500	785.000

Tabla 44: datos planificados en el largo plazo en el periodo P_3

Con los datos de la tabla 44 y la metodología propuesta obtenemos los siguientes datos mostrados la tabla 45.

Tipo de vehículo	% desviación total	% desviación costes unitarios	% desviación distancia
A	-1,034%	1,800%	-2,834%
B	0,339%	2,409%	-2,070%
Total	-0,695%	4,209%	-4,904%

Tabla 45: % desviaciones de los costes planificados en el largo plazo en el periodo P₃

El gráfico 41 muestra el % de desviación desglosado por tipo de vehículo, coste unitario, distancia y partida.

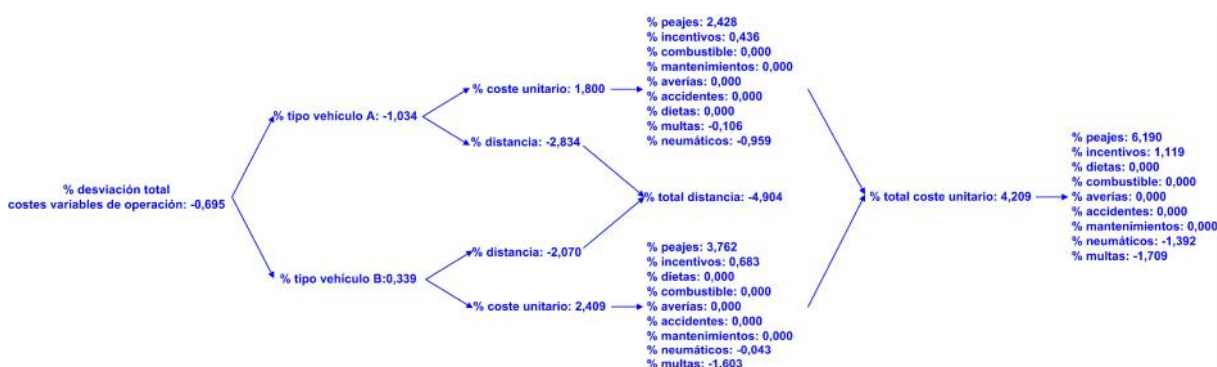


Gráfico 41: % desviación total costes variables de operación en el largo plazo en el periodo P₃

En el periodo 3º en el largo plazo hemos obtenido una ligera desviación negativa del -0,695, principalmente causada por la utilización de los peajes que ha provocado un aumento en los costes unitarios pero que se ha compensado con la disminución de la distancia planificada. Hemos obtenido una reducción en el coste de los neumáticos debido al acuerdo marco con una compañía de neumáticos y en las multas de tráfico debido a la formación recibida de los conductores. Debido a la distancia menor planificada y manteniendo la misma velocidad media como muestra la tabla 84 el tiempo total disminuye.

La tabla 46 muestra la desviación en el nivel de servicio para el periodo P₃ en el corto plazo.

Concepto	Planificado T ₃	Real T ₄	Diferencia	Decremento
Nivel de servicio	7,8	7,55	-0,25	-3,21%

Tabla 46: desviación del nivel de servicio en el corto plazo en el periodo P₃

En el periodo P_3 hemos tenido una desviación del -3,21% en el nivel de servicio en el corto plazo, debido a que el vehículo con mayor tiempo de servicio ha recorrido menor distancia que la planificada por la utilización de peajes en todos los servicios realizados.

En el largo plazo en el nivel de servicio hemos reducido el tiempo del mayor de todos los vehículos utilizando los peajes en todos los servicios realizados.

La tabla 47 muestra la desviación en el nivel de servicio para el periodo P_3 en el largo plazo.

Concepto	Planificado T_3	Planificado T_4	Diferencia	Decremento
Nivel de servicio	7,65	7,2	-0,45	-5,88%

Tabla 47: desviación del nivel de servicio en el largo plazo en el periodo P_3

Las conclusiones que obtenemos en el tercer periodo son las siguientes:

- En el largo plazo hemos obtenido un aumento considerable del nivel de servicio utilizando los peajes, provocando una subida en los costes unitarios, que ha sido compensada por la reducción en la distancia planificada a recorrer, el acuerdo marco alcanzado con un proveedor de neumáticos y la formación recibida de los conductores para la prevención de las multas de tráfico
- En el corto plazo hemos obtenido un ligero aumento del nivel de servicio utilizando los peajes en algunos vehículos, provocando una ligera subida en los costes unitarios, que ha sido compensada por la reducción en la distancia planificada a recorrer y el menor consumo de combustible por la disminución de la velocidad media de los vehículos
- En el corto plazo la flota ha sido gestionada mejor que lo esperado respecto a los costes variables de operación y el nivel de servicio. En el largo plazo la flota ha sido gestionada igual de lo esperado respecto a los costes variables de operación, y mejor de lo esperado respecto al nivel de servicio

9.3.4. Análisis de los resultados

Agrupando los resultados de los tres periodos en el corto plazo, obtenemos las tablas 48 y 49.

Periodo	% desviación total	% desviación costes unitarios	% desviación distancia
1º	8,536%	1,121%	7,415%
2º	2,803%	0,543%	2,259%
3º	-3,140%	-0,550%	-2,590%
Media	2,73%	0,372%	3,97%

Tabla 48: % de desviación total costes unitarios en el corto plazo

Periodo	% desviación
1º	6,25%
2º	1,28%
3º	-3,21%
Media	1,44%

Tabla 49: % desviación del nivel de servicio en el corto plazo

El gráfico 42 muestra la representación de la desviación de los costes variables de operación y el nivel de servicio en el corto plazo, utilizando unos márgenes del 3%.

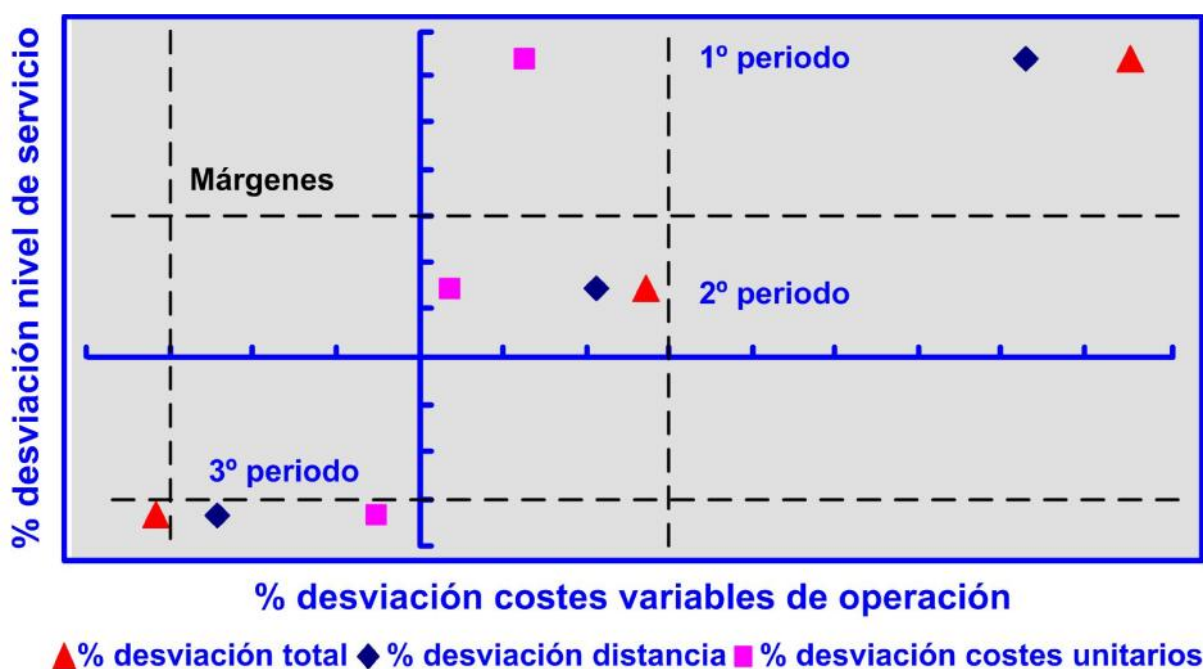


Gráfico 42: % desviación costes variables de operación y nivel de servicio en el corto plazo

En el corto plazo en el primer periodo hemos obtenido una desviación positiva tanto en el nivel de servicio y los costes variables de operación debido a la mayor distancia recorrida que la planificada, en el segundo periodo debido a una ligera reducción de los costes unitarios y de la distancia recorrida hemos obtenido una ligera desviación positiva de los costes variables de operación y el nivel de servicio pero dentro de los márgenes establecidos, y en el tercer periodo debido a la reducción de la distancia recorrida y los costes unitarios hemos obtenido una reducción en los costes variables de operación y en el nivel de servicio.

La evolución de la gestión de la flota en el corto plazo ha pasado de ser gestionada de peor a mejor de lo esperado en los periodos analizados, debido a que se ha actuado en la reducción de la distancia recorrida, la cual ha sido la variable que más ha influido en como la flota ha sido gestionada en el corto plazo.

Agrupando los resultados en el largo plazo, obtenemos las tablas 50 y 51.

Periodo	% desviación total	% desviación costes unitarios	% desviación distancia
1º	-9,097%	-9,097%	0,000%
2º	-16,136%	-16,136%	0,000%
3º	-0,695%	4,209%	-4,904%
Media	-8,64%	-7,01%	-1,63%

Tabla 50: % de desviación total costes unitarios en el largo plazo

Periodo	% desviación
1º	-2,50%
2º	-1,92%
3º	-5,88%
Media	3,44%

Tabla 51: % desviación del nivel de servicio en el largo plazo

El gráfico 43 muestra la representación de la desviación de los costes variables de operación y el nivel de servicio en el largo plazo, utilizando unos márgenes del 3%.

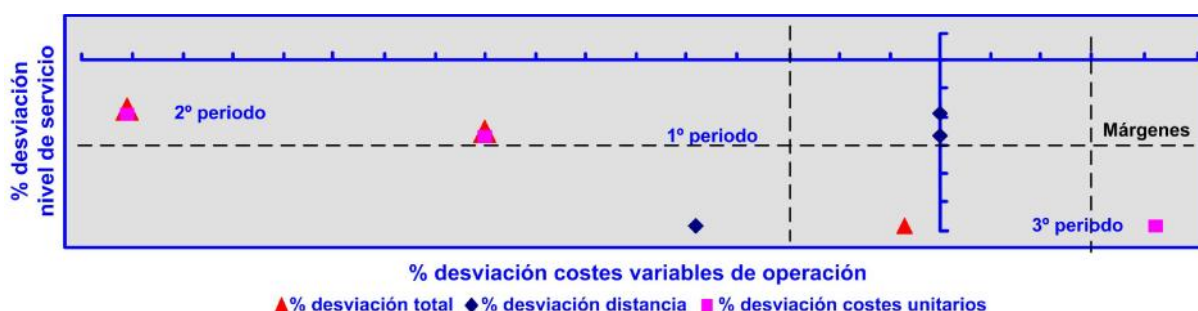


Gráfico 43: % desviación costes variables de operación y nivel de servicio en el largo plazo

En el largo plazo, en el primer y segundo periodo debido a la reducción de los costes unitarios hemos obtenido una desviación negativa de los costes variables de operación, y en el nivel de servicio hemos obtenido una desviación negativa aplicando diferentes medidas, en el tercer periodo hemos obtenido un aumento del nivel de servicio recorriendo una distancia menor utilizando peajes provocando un aumento en los costes unitarios que han sido compensados por la menor distancia a recorrer.

La gestión de la flota en el largo plazo ha sido mejor de lo esperado en los periodos analizados debido a que se ha actuado en la reducción de los costes unitarios y que ha sido la variable que más ha influido en como la flota ha sido gestionada en el largo plazo, y en el aumento del nivel de servicio aplicando diferentes medidas.

Agrupando los datos del corto y largo plazo obtenemos la tabla 52.

Periodo	% desviación corto plazo		% desviación largo plazo	
	Costes Unitarios	Nivel de servicio	Costes Unitarios	Nivel de servicio
1º	8,536%	6,25%	-9,097%	-2,50%
2º	2,803%	1,28%	-16,136%	-1,92%
3º	-3,140%	-3,21%	-0,695%	-5,88%
Media	2,73%	1,44%	-8,64%	-3,44%

Tabla 52: % desviación de los costes unitarios y nivel de servicio en el corto y largo plazo

Utilizando el baremo de la tabla 29, obtenemos la siguiente puntuación mostrada en la tabla 53.

Periodo	Corto plazo		Largo plazo		Total
	Costes Unitarios	Nivel de servicio	Costes Unitarios	Nivel de servicio	
1º	-5	-3	5	0	-3
2º	0	0	8	0	8
3º	1	1	0	3	5
Media	-1,33	0,67	4,33	1,00	3,33

Tabla 53: puntuación obtenida en el corto y largo plazo.

Agrupando el corto y largo plazo obtenemos la tabla 54.

Periodo	Corto plazo	Largo plazo	Total
1º	-8	5	-3
2º	0	8	8
3º	2	3	5
Media	-2	5,33	3,33

Tabla 54: puntuación desglosada en el corto y largo plazo

Agrupando por costes y nivel de servicio obtenemos la tabla 55.

Periodo	Costes	Nivel de servicio	Total
1º	0	-3	-3
2º	8	0	8
3º	1	4	5
Media	3,00	0,33	3,33

Tabla 55: puntuación desglosada por costes y nivel de servicio

En el conjunto de la flota, en el primer periodo hemos obtenido una puntuación negativa debido principalmente a la mayor distancia recorrida en el corto plazo, en el segundo periodo debido a que hemos corregido este inconveniente y a la reducción de los costes unitarios en el largo plazo hemos obtenido una puntuación positiva y en el tercer periodo debido a la menor distancia recorrida y a la reducción de los costes unitarios hemos obtenido una puntuación positiva.

La evolución de la gestión de la flota durante estos tres periodos se puede considerar satisfactoria, aunque en el primer periodo debido a la mayor distancia recorrida en el corto plazo hemos obtenido una desviación positiva de los costes variables de operación y el nivel de servicio, la cual ha sido identificada y se han adoptado las medidas adecuadas

provocando su disminución y control en el segundo periodo, y su mejora en el tercer periodo.

En el largo plazo se han realizado diferentes medidas en todos los periodos que han contribuido a reducir los costes variables de operación y a aumentar el nivel de servicio.

Los costes variables de operación se han reducido en el corto plazo reduciendo la distancia a recorrer, y en el largo plazo reduciendo los costes unitarios.

Las reducciones en los costes unitarios han tenido más peso que las reducciones en el nivel de servicio provocando que las medidas tomadas en el largo plazo han tenido más peso que las tomadas en el corto plazo para el conjunto de la flota.

9.3.5. Conclusiones

Las principales conclusiones que obtenemos de este ejemplo teórico-práctico, y que son aplicables a cualquier tipo de flota son las siguientes:

- En el corto y largo plazo podemos actuar en las mismas o diferentes variables con el objetivo de controlar y reducir los costes variables de operación y aumentar el nivel de servicio, y depende de las características, objetivos y operativa de la flota
- Tenemos que identificar si en el largo o en el corto plazo, donde tendrán mayor impacto las medidas a realizar para controlar y reducir los costes variables de operación y aumentar el nivel de servicio, y depende de las características, objetivos y operativa de la flota
- El nivel de servicio puede aumentar prácticamente sin ningún coste adoptando varias medidas que deben ser identificadas, en nuestro caso en el primer periodo hemos rediseñado la ruta a realizar del vehículo con mayor tiempo de toda la flota, en el segundo periodo hemos aumentado la velocidad media del vehículo con mayor tiempo de toda la flota, y en el tercer periodo hemos reducido el tiempo del nivel de servicio aumentando la utilización de los peajes provocando un aumento de los costes variables de operación que han sido compensados por la menor distancia a recorrer

- El coste total unitario permanece constante en varios periodos, si los incrementos en ciertas variables son compensados por los decrementos en otras variables
- Durante estos tres periodos se han aplicado diferentes medidas para reducir los costes variables de operación y aumentar el nivel de servicio, se han identificado los inconvenientes y los vehículos que nos han provocado desviaciones positivas y se han tomado las medidas apropiadas para su control, reducción y mejora, esta es una buena práctica que debe ser realizada en todos los periodos
- De entre la multitud de todas las variables involucradas en la gestión de la flota, tenemos que identificar cuales son las que más nos influyen en los costes variables de operación y en el nivel de servicio con el objetivo de controlar y priorizar las medidas a realizar en estas variables
- Hay que priorizar las medidas a tomar para reducir los costes variables de operación, el análisis hay que realizarlo de lo más genérico a lo más específico para identificar las causas que nos están provocando las mayores desviaciones en los costes variables de operación.

Primero tenemos que conocer que tipo de vehículo, segundo si es por los costes unitarios o por la distancia recorrida, tercero si esta provocado por los costes unitarios hay que identificar que conceptos, cuarto una vez identificado estos conceptos si es por el precio, la cantidad o ambas a la vez.

10. CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LOS VEHÍCULOS DE LA FLOTA

La organización tiene que diseñar e implementar que información y grado de detalle se registra para el control, seguimiento, trazabilidad e historial del vehículo como las especificaciones técnicas del vehículo, coste de adquisición, las fechas de adquisición, entrega, retirada y venta del vehículo, precio de venta del vehículo, quien es el responsable del vehículo, quien es el conductor del vehículo, o que centro asignado tiene el vehículo. Alguna de esta información se puede recopilar de otros departamentos como el de contabilidad y/o financiero.

La información y grado de detalle a registrar dependerá de varios aspectos como:

- La capacidad financiera de la organización: cuanta más información a recopilar, más recursos son necesarios y por lo tanto mayor coste
- El tamaño de la flota y número de centros de trabajo: cuanto mayor número de vehículos y/o centros de trabajo mayor complejidad en la recopilación de la información, más recursos consumidos y por lo tanto mayor coste
- La utilidad de la información: hay que tener en consideración si la información recopilada es útil para la toma de decisiones como el periodo promedio de entrega de los vehículos, el periodo promedio de utilización del vehículo, el periodo promedio de venta de un vehículo, conductores promedio que utilizan un vehículo, precio promedio de adquisición, precio promedio de venta, tiempo medio para vender un vehículo, identificar que conductores o centros de trabajo hacen una utilización inapropiada del vehículo o no siguen las directrices generales de la gestión de la flota de vehículos
- Importancia de la flota de vehículos: si la gestión de la flota soporta la principal actividad de la organización se debe tener un control, seguimiento, trazabilidad e historial de los vehículos más exhaustivo, que si la gestión de la flota es una actividad secundaria de la organización
- Si la información es útil para otros departamentos de la organización como contabilidad, o control de los activos

10.1. INFORMACIÓN A REGISTRAR DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS

Con el objetivo de tener un control, seguimiento, trazabilidad e historial del vehículo se recomienda registrar la siguiente información básica en el sistema de información:

- Precio de adquisición del vehículo
- Fecha de adquisición del vehículo
- Fecha de entrega del vehículo
- Proveedor del vehículo
- Marca y modelo del vehículo
- Equipamiento del vehículo
- Emisiones contaminantes del vehículo
- Documentación del vehículo en formato PDF o copia de los originales (ficha técnica, permiso de circulación, póliza del seguro etc.)
- Especificaciones técnicas del vehículo (información contenida en la ficha técnica)
- Fecha de la inspección técnica del vehículo (ITV)
- Centro de trabajo asignado
- Conductor asignado o persona responsable de su utilización
- Precio de venta del vehículo
- Fecha de retirada del vehículo del servicio
- Fecha de venta del vehículo

- Precio de venta del vehículo

Alguna de esta información puede estar incluida en el cuadro de mando, como los precios de adquisición y venta, y las fechas en las que se producen.

11. SERVICIOS AUXILIARES DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS

La organización tiene que diseñar e implementar la política de los servicios auxiliares, que son aquellas actividades soporte de la gestión de la flota de vehículos, cuyo objetivo principal es cumplir con la legalidad vigente del país donde opera la flota.

Los servicios auxiliares son las actividades de menor valor añadido de la gestión de la flota y son las siguientes:

- Seguros: contratación y gestión de las pólizas de los vehículos así como la elección del proveedor y la modalidad del seguro
- Accidentes: gestión y tramitación con el seguro y terceros de los accidentes de tráfico
- Tarjetas de combustible: contratación y gestión de las tarjetas de combustible así como la elección del proveedor
- Multas de tráfico: gestión de las multas de tráfico como el pago, las reclamaciones, la identificación del conductor etc. se debe establecer en que casos la organización o el conductor paga la multa de tráfico
- Inspección técnica de vehículos (ITV): control y gestión de las inspecciones técnicas, con el objetivo de que los vehículos realicen la inspección técnica en su fecha correspondiente
- Legislación vigente: cumplir con la legislación vigente que aplica a la gestión de la flota, desde la adquisición, la operación y la retirada, así como las especificaciones técnicas de los vehículos
- Modificaciones técnicas en los vehículos: gestionar todos los certificados, y trámites pertinentes con terceros para que las modificaciones realizadas en los vehículos cumplan con la legislación que aplica y la inspección técnica de vehículos (ITV)

La gestión de estas actividades soporte pueden ser externalizadas a terceros y depende de los aspectos comentados en el siguiente capítulo de *outsourcing*.

12. OUTSOURCING Y ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA GESTIÓN DE LA FLOTA

12.1. **OUTSOURCING DE LA GESTIÓN DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS**

El *outsourcing* de la gestión de la flota de vehículos es la práctica de externalizar partes de nuestro proceso productivo y/o actividades a una tercera organización. Es una práctica que realizan todas las organizaciones en multitud de industrias por diversos motivos.

Actualmente en el mercado de la gestión de flotas de vehículos existen multitud de compañías terceras en las que externalizar la mayoría de las actividades y/o procesos como la adquisición, el control y seguimiento, la venta de los vehículos o la gestión de los servicios auxiliares.

La organización tiene que establecer los criterios y las directrices para la externalización de ciertas actividades de la cadena de valor a terceras organizaciones y cuales son realizadas internamente, así como el periodo para la revisión de estos criterios y directrices.

Existe una amplia literatura científica en *outsourcing*, a continuación se explican aquellas ventajas y razones más importantes para la gestión de flotas de vehículos y que son las siguientes:

- Focalizarse en las actividades de mayor valor añadido: externalizar aquellas actividades de menor valor añadido posibilita que la organización pueda localizar sus recursos más valiosos en aquellas actividades de mayor valor añadido con el objetivo de desarrollar capacidades y conocimientos superiores que le confieren una ventaja competitiva en el mercado y generar más valor para los clientes/usuarios, creando una barrera de entrada contra los potenciales entrantes en la industria
- Flexibilidad para adaptarse al mercado: la práctica del *outsourcing* provoca que las actividades de la cadena de valor incrementen su modularidad, y las estructuras jerarquizadas o verticales de la organización se vuelvan más horizontales, así mismo se requiere menos recursos como personal y capital circulante provocando que se incremente la flexibilidad organizativa de la organización, entendida esta como la habilidad de una organización para responder rápidamente a la demanda y oportunidades del mercado
- Costes: los costes son uno de los principales factores por los que se realiza *outsourcing*, debido a las economías de escala los proveedores externos pueden

realizar el servicio y/o a la actividad a un coste menor que si lo realizara nuestra organización

- Capacidades y conocimiento del capital humano: además de los costes laborales la práctica del *outsourcing* se realiza para añadir más valor al producto o servicio final a través del conocimiento y las capacidades del capital humano de una organización tercera
- Confianza mutua y valores compartidos: las relaciones basadas en la confianza mutua, los valores compartidos, la realización de productos/servicios similares, el servir mercados comunes, la utilización del mismo sistema productivo y similar cadena de suministro y el uso de tecnologías similares, crean ventajas competitivas para ambas organizaciones debido a que tienen un impacto positivo en la habilidad de los socios para adaptarse al mercado, superar los problemas que surgen al trabajar conjuntamente y eliminar los comportamientos oportunistas
- Coespecialización y el aprendizaje mutuo: la práctica del *outsourcing* crea un conocimiento, unas capacidades y una experiencia conjunta con terceras organizaciones, generando una coespecialización y un coaprendizaje beneficiosos para los socios, permitiendo crear productos/servicios con más valor añadido de una forma más rápida y flexible, y es una fuente potencial de ventajas competitivas. Para establecer una relación duradera y estable en el tiempo, frecuentemente se realizan alianzas estratégicas, *joint ventures* y otro tipo de relaciones organizativas entre organizaciones y proveedores especializados

La práctica del *outsourcing* en proveedores especializados tiene principalmente los siguientes costes asociados: búsqueda de proveedores, negociación, diseño de los contratos, seguimiento de los acuerdos alcanzados, seguimiento de los objetivos alcanzados y de las disputas, si las hubiera; estos costes se pueden incrementar considerablemente si una organización esta operando en un país extranjero.

Las actividades de mayor valor añadido en la gestión de la flota de vehículos son: el diseño y la implantación de la política, el cálculo del número óptimo de vehículos, la adquisición de los vehículos, la operación de los vehículos y el cuadro de mando y el análisis de datos.

Además de las ventajas y costes anteriormente mencionados de realizar *outsourcing* hay que tener en consideración los siguientes aspectos para externalizar ciertas actividades de la cadena de valor:

- Principal actividad de la cadena de valor: una organización cuya gestión de la flota de vehículos es la principal actividad de la cadena de valor, gestionará las actividades de mayor valor añadido antes comentadas y podrá externalizar el resto de las actividades, por el contrario una organización cuya gestión de la flota de vehículos es una actividad soporte de la principal actividad de la cadena de valor, podrá externalizar todas las actividades de la gestión de la flota de vehículos
- Existencia de las organizaciones externas: puede ocurrir que algunas actividades o procesos muy especializados no se puedan externalizar por que no existe ninguna organización externa que las realice, o por que en un país no exista ninguna organización externa que ofrezca este servicio, y por lo tanto nuestra organización tiene que realizar esta actividad internamente
- Propiedad de las organizaciones externas: un obstáculo para externalizar ciertas actividades es si las organizaciones terceras pertenecen a compañías competidoras de nuestra organización, y por lo tanto debemos estudiar si compensa esta opción
- Operativa de la flota: una flota que tiene una gestión complicada externaliza menos actividades que una flota más fácil de gestionar con el objetivo de tener el control de la misma. Una flota que tiene que realizar rutas planificadas externaliza menos actividades que una flota con comerciales
- Tamaño de la flota: una flota con muchos vehículos y/o centros de trabajo es más difícil de gestionar que una con pocos vehículos y/o centros de trabajo, y por lo tanto debemos focalizarnos en las actividades de mayor valor añadido y externalizar las actividades de menor valor añadido

Para poder externalizar ciertas actividades y/o procesos se deben cumplir los dos siguientes requisitos:

- La coordinación entre las diferentes actividades de la cadena de valor tiene que ser simplificada a través de la reducción de la relación de interdependencia entre las

mismas, para ello deben ser modularizadas y secuenciales con el objetivo de estar claramente diferenciadas y ser autónomas. Las dificultades de coordinación entre las diferentes etapas de la cadena de valor incentivan la integración vertical. Las actividades que componen la gestión de la flota de vehículos mostrado en el gráfico 1, cumplen con este requisito ya que son independientes y secuenciales.

- La información que se intercambia entre las diferentes actividades de la cadena de valor tiene que estar estandarizada: esto es, ha de ser universalmente entendible, fácilmente especificable y transmisible de forma que las asimetrías en la información disminuyan o desaparezcan. La creación de formatos estandarizados para la definición de las actividades y procesos es indispensable, ya que reemplaza la forma que cada organización tiene de describir y definir estos, por ello debe haber una información estandarizada en síntesis y gramática para una comunicación efectiva entre nuestra organización y la compañía externa. La información que se intercambia en la gestión de flotas de vehículos es fácilmente entendible y la estandarización es sencilla de realizar.

12.2. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS

La organización tiene que diseñar y establecer la estructura organizativa de la gestión de la flota de vehículos como los departamentos, los perfiles de los puestos de trabajo, las actividades a realizar internamente y cuales externalizar, los procesos, los controles, el *software* y *hardware* necesario, y depende de los siguientes aspectos como:

- Tamaño de la flota a gestionar: una gran flota con varios centros de trabajo requiere de más procesos, recursos, controles y personal que una pequeña flota con un solo centro de trabajo
- Los recursos disponibles: una organización con una gran capacidad financiera puede adquirir un *software* de gestión de la flota, tener un gran cuadro de mando, contratar personal para la gestión de las actividades auxiliares, tener uno o varios gestores de flota, disponer de sus propios talleres de reparación o tener un departamento para la gestión la flota
- Actividades a realizar: cuanta más complejas sean las actividades a realizar, más procesos, recursos, controles y personal especializado se necesitan
- Importancia de la flota de vehículos: si la gestión de la flota es la principal actividad de la cadena de valor de la organización, las actividades pueden ser realizadas por personal especializado, y habrá uno/unos gestores de flota, por el contrario si la gestión de la flota es una actividad soporte de la principal actividad de la organización, las actividades pueden ser realizadas por varios trabajadores y/o departamentos de la organización
- Quien realiza las actividades: las actividades pueden ser realizadas entre varios trabajadores o por un/unos gestores de la flota encargado de todas las actividades
- *Outsourcing* de actividades: ciertas actividades de la gestión de la flota se pueden externalizar en terceras organizaciones

Dependiendo de los aspectos descritos, existen multitud de combinaciones y soluciones organizativas para la gestión de la flota, por lo tanto cada organización tendrá una solución que mejor se adapte a sus necesidades, características y objetivos.

13. *SOFTWARE* DE GESTIÓN DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS

La utilización de un *software* de gestión de la flota es una herramienta muy útil por que nos facilita el acceso, el almacenaje y la gestión de la información de forma sencilla e inmediata desde cualquier emplazamiento y dispositivo.

Para la gestión de una flota de vehículos se puede utilizar desde una simple hoja de cálculo hasta el *software* más sofisticado del mercado y depende de los siguientes factores:

- Número de vehículos: cuantos más vehículos tenga la flota más difícil de gestionar es esta, y por lo tanto se hace indispensable un *software* de gestión, una flota de 5 vehículos puede ser gestionada con una hoja de cálculo, pero es inviable para gestionar una flota de 1.000 vehículos
- Número de centros de trabajo: cuanto más centros de trabajo tenga la flota más difícil de gestionar es esta, y por lo tanto se hace indispensable un *software* de gestión
- Información a registrar: cuanta más información a registrar y analizar más difícil de gestionar es esta, y por lo tanto se hace indispensable un *software* de gestión, no es lo mismo realizar un sencillo control y seguimiento de los vehículos que registrar y analizar multitud de información relativa a la operativa de los vehículos
- Coste: cuanta más información a registrar y funcionalidades mayor coste tiene el *software* de gestión
- Operativa de la flota: cuanta más complicada es la operativa de la flota más difícil de gestionar es esta, y por lo tanto se hace indispensable un *software* de gestión, no es lo mismo gestionar una flota destinada a comerciales en la que hay un vehículo por comercial, que una flota en la que un vehículo es utilizado por varios conductores y/o centros de trabajo
- Servicios telemáticos: si utilizamos un servicio telemático se hace indispensable la utilización de un *software* de gestión para obtener un alto rendimiento de este

En resumen si tenemos una flota con pocos vehículos, un solo centro de trabajo, un conductor por vehículo, solo queremos realizar un sencillo control y seguimiento de los vehículos, no utilizamos ningún servicio telemático con la utilización de una hoja de cálculo

puede ser suficiente para gestionar la flota, por el contrario si tenemos una flota con muchos vehículos, con una operativa complicada, registramos multitud de información, tenemos varios centros de trabajo y utilizamos un servicio telemático, se hace indispensable la utilización de un *software* de gestión de la flota.

En el mercado existe multitud de compañías que suministran *software* para la gestión de la flota de vehículos, a continuación se exponen los aspectos claves que tiene que cumplir un *software* de gestión.

- Adaptabilidad: el *software* de gestión se tiene que adaptar a las características, operativa y objetivos de nuestra organización, y por lo tanto se pueda modificar para cumplir los requisitos de nuestra organización
- Modulabilidad: el *software* ha de estar integrado por módulos como datos del vehículo, mantenimiento, combustible, averías, accidentes etc. de los que nuestra organización pueda elegir cuales utilizar, y que se puedan desarrollar nuevos si es necesario
- Acceso desde cualquier dispositivo: actualmente cualquier *software* de gestión puede ser utilizado desde cualquier ordenador personal, pero cada vez es más importante poder revisar los datos en el terreno, por lo que es indispensable que pueda ser utilizado desde *tablets* y *smartphones*
- Flexibilidad y escalabilidad: el *software* pueda ser utilizado independientemente del número de vehículos y de la información a gestionar
- Coste: el coste del *software* tiene que estar establecido por los módulos y/o el número de usuarios (licencias) que utilizamos y/o el número de vehículos registrados
- Integrar el cuadro de mando: con la información contenida en el *software* ha de crearse el cuadro de mando automáticamente, con todos sus gráficos e indicadores en una sección independiente
- Establecimiento de alarmas: el *software* tiene que permitir el establecimiento de alarmas automáticas en aquellos apartados que nosotros consideremos, para alertarnos de aquellas variables que no están en los límites establecidos

- Extracción de la información: el *software* ha de permitir realizar consultas cruzando diversos campos (tablas dinámicas) y que estas se puedan exportar a diversos formatos para utilizar en una hoja de cálculo o un *software* de estadística
- Compatibilidad con los servicios telemáticos: el *software* ha de ser compatible con los servicios telemáticos que utilicemos para obtener el máximo rendimiento de este. La mayoría de las compañías que ofrecen servicios telemáticos incluyen un *software* para la gestión de la flota de vehículos integrado
- Compatibilidad con otros *software* de la organización: el *software* ha de ser compatible y permitir el intercambio de información de una forma sencilla con otros *software* de gestión de la organización como contabilidad o el control de los activos

Una opción es que una compañía externa nos desarrolle a medida el *software* de gestión de la flota cumpliendo los requisitos anteriormente mencionados.

A continuación se recomienda que el *software* tenga los siguientes apartados con el objetivo de facilitar el control, seguimiento, trazabilidad e historial e identificar que vehículos y conductores no están siendo gestionados de una forma apropiada.

- Una ficha que recoja el historial y los datos de cada vehículo como los mantenimientos, averías, centros de trabajo, conductores, precio de adquisición etc.
- Una ficha que recoja el historial y los datos de cada conductor como que vehículos ha conducido, centros de trabajo, accidentes, multas de tráfico etc.

Casi todo son ventajas en la utilización de un *software* de gestión de la flota de vehículos, pero hay que tener en consideración las siguientes recomendaciones:

- La organización requiere de un periodo de tiempo para la implantación, adaptación, y corregir errores de un *software* de gestión, por ello se recomienda implantar una primera etapa con una información básica a recopilar para el control y seguimiento como la información de cada vehículo, centro al que pertenece y conductor, una vez que esta primera etapa se haya consolidado ampliar la información a recopilar al consumo de combustible, distancia recorrida etc. y así sucesivamente hasta que la organización considere cual es la información apropiada a recopilar y gestionar

- Un *software* de gestión contiene una gran cantidad de información de la flota de vehículos, que si posteriormente no es analizada, no podremos obtener información valiosa para la toma de decisiones y conocer el estado de la flota y su evolución, y por lo tanto el *software* de gestión tendrá un bajo rendimiento
- La organización tiene que tener el personal apropiado y con la formación adecuada para la gestión del *software* de gestión

14. SERVICIOS TELEMÁTICOS DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS

La utilización de un servicio telemático es de gran utilidad, por que nos ayuda a monitorear y recopilar multitud de información valiosa de la operativa de la flota de vehículos como el consumo de combustible, la distancia recorrida, las rutas realizadas, la localización del vehículo, quien es el conductor del vehículo o la forma de conducir de los conductores de forma automática evitando recopilar esta información de forma manual.

Los objetivos de la utilización de los servicios telemáticos son los siguientes:

- Control y reducción del consumo de combustible y de las emisiones de Co₂
- Control y reducción de los accidentes de tráfico
- Conocer cuando se produce un accidente de tráfico
- Control y mejora de la seguridad de los vehículos
- Localización, seguimiento de los vehículos y la asistencia en caso de avería
- Control y seguimiento de las rutas realizadas
- Control y seguimiento de los conductores
- Control y mejora de la forma de conducir de los conductores
- Control de usos no autorizados de los vehículos
- Control y reducción del *idle time*
- Mejora la utilización de los vehículos
- Incrementa la productividad de los vehículos
- Contabiliza el tiempo que el vehículo se utiliza
- Aumenta la disponibilidad de los vehículos

En ciertos tipos de servicio como las urgencias, es muy útil, ya que identifica al vehículo más próximo y suministra la ruta más apropiada para llegar en el menor tiempo posible al punto del destino.

Para obtener el máximo rendimiento de un servicio telemático tiene que utilizarse conjuntamente con un *software* de gestión de la flota y unos dispositivos como el GPS (*Global Positioning System*) o un acelerómetro, pero al contrario la utilización de un *software* de gestión de la flota no requiere utilizar un servicio telemático o unos dispositivos aunque se recomienda.

Hay que tener en consideración los siguientes aspectos cuando se implementa un servicio telemático en una organización:

- El proveedor del software tiene la certificación ISO 27.001, que es la certificación más estricta para los controles de seguridad de la información.
- El servicio tiene que ser en la nube SaaS (Software as service) de forma que podamos utilizarlo desde cualquier ubicación y dispositivo a través de un navegador.
- Disponibilidad de los datos 100% del tiempo.
- Servicio las 24 horas los siete días de la semana.
- Coste: cuanto más información a recopilar más recursos se necesitan y por lo tanto mayor coste
- Tamaño de la flota: cuantos más vehículos tenga una flota, más complicada de gestionar que una flota con pocos vehículos, y por lo tanto la utilización de un servicio telemático es de gran utilidad
- Centros de trabajo: cuanto más centros de trabajo y/o dispersa estén los vehículos en un ámbito geográfico más complicada es la gestión de la flota que si solo existiera un centro de trabajo, y por lo tanto la utilización de un servicio telemático es de gran utilidad

- Recopilación de los datos: la recopilación de los datos automática evita la recopilación manual, eliminando todos los problemas que esta tiene como los datos erróneos, el no reporte de los datos, o tener personal asignado para su recopilación
- Tipo de operativa de la flota: una operativa de la flota complicada como en la que un vehículo puede ser conducido por varios conductores o un conductor puede conducir varios vehículos es más difícil de gestionar que una flota en la que un vehículo tiene asignado un conductor permanente, y por lo tanto la utilización de un servicio telemático es de gran utilidad
- Flexible y escalable: se tiene que adaptar a las necesidades y características de nuestra flota, y que la información a recopilar se pueda seleccionar y ampliar en el futuro
- Tecnología: la tecnología necesaria, y si esta disponible en nuestro país para la utilización e implementación en nuestra organización del servicio telemático
- Compatible con el *software* de gestión: el servicio telemático ha de ser compatible con el *software* de gestión de la flota de vehículos

La organización tiene que establecer las siguientes directrices para implementar un servicio telemático:

- Los criterios para la elección de los servicios telemáticos que han de basarse en los aspectos anteriormente comentados
- Establecer que información tiene que ser recopilada y reportada, como el consumo de combustible, las rutas realizadas, horas de utilización del vehículo etc.
- Establecer el periodo para analizar los datos recopilados

Casi todo son ventajas en la utilización de un servicio telemático, pero hay que tener en consideración las siguientes recomendaciones:

- La organización requiere de un periodo de tiempo para la implantación, adaptación, y corregir errores de un servicio telemático, por ello se recomienda implantar una

primera etapa con una información básica a recopilar como el consumo de combustible y la distancia recorrida, una vez que esta primera etapa se haya consolidado, ampliar la información a recopilar hasta que la organización considere cual es la apropiada

- Un servicio telemático suministra una gran cantidad de información de la operativa de la flota de vehículos, que si posteriormente no se analiza no podremos obtener información valiosa para la toma de decisiones y conocer el estado de la flota y su evolución y por lo tanto el servicio telemático tendrá un bajo rendimiento
- La organización tiene que tener el personal apropiado y con la formación adecuada para la gestión del servicio telemático

15. FLOTA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

La utilización del vehículo eléctrico se ha convertido en una solución factible para flotas de vehículos en entornos urbanos en la categoría de turismos y vehículos ligeros.

En los últimos años, los ayuntamientos han adoptado una serie de medidas para que las ciudades sean más habitables, sostenibles y respetuosas con el medioambiente, por ello tratan de minimizar o eliminar el impacto del tráfico como la emisión de gases contaminantes, ruidos, malos olores, enfermedades, o baja movilidad, que ha provocado nuevas formas de gestión del tráfico para mitigar estos efectos, y que se ha denominado movilidad urbana, y que aglutina nuevas ideas como la eficiencia energética y la sostenibilidad.

El vehículo eléctrico es un aspecto clave para el desarrollo sostenible de la movilidad en entornos urbanos, ya que mitiga la emisión el dióxido de carbono (CO₂), que es uno de los principales causantes del efecto invernadero y consecuentemente del calentamiento global del planeta. Las legislaciones en materia de contaminación que aplican a los vehículos son cada vez más exigentes y restrictivas, que ha provocado que los fabricantes de vehículos hayan desarrollado nuevas tecnologías para cumplirla.

Una de estas tecnologías ha sido el vehículo eléctrico, que en los últimos años ha evolucionado muy rápidamente, y que no emite ninguna emisión contaminante, ruido, u olor, además de que la utilización del vehículo eléctrico reduce la dependencia del petróleo y el coste de la energía es mucho menor que un combustible fósil.

Las ventajas y desventajas de la utilización de los vehículos eléctricos son las siguientes:

- Ventajas
 - Coste de la energía: el coste de la energía es mucho menor que los combustibles fósiles
 - Emisiones contaminantes: el vehículo eléctrico tiene cero emisiones contaminantes
 - Ausencia de ruido, vibraciones y olores: el nivel de confort y de rodadura es mayor que un vehículo que utilice un combustible fósil

- Cambio automático: eliminación del cambio manual, con la simplificación y reducción de sistemas mecánicos
- Mayor aceleración: mayor aceleración que un vehículo de combustible fósil, debido al mayor par motor del motor eléctrico
- Mantenimiento más sencillo: por la sencillez del motor y los sistemas eléctricos, y por que tiene menos sistemas mecánicos que un vehículo que utiliza un combustible fósil
- Aparcamiento en el centro de las ciudades: la posibilidad de aparcar gratuitamente en el centro de las ciudades que lo tienen restringido y/o regulado
- Poder circular en el centro de las ciudades: la posibilidad de circular en el centro de las ciudades que tienen restringido el acceso a vehículos que utilizan combustibles fósiles
- Exento impuesto de matriculación: no pagan el impuesto de matriculación
- Exento de peajes: en algunas regiones están exentos del pago de peajes
- Subvenciones: las administraciones públicas ofrecen subvenciones para la adquisición de vehículos eléctricos
- Desventajas
 - Autonomía limitada: el mayor inconveniente del vehículo eléctrico es la autonomía, que actualmente es de unos 200 Km.

La siguiente tabla muestra la autonomía para algunos de los vehículos eléctricos disponibles en el mercado.

Modelo	Potencia (CV)	Autonomía (km.)
Citroën C-Zero	67	150
Peugeot iOn	67	150
Mitsubishi i-MiEV	67	160
Volkswagen e-up!	82	160
Ford Focus Electric	142	162
Nissan Evalia e-NV200	109	170
BMW i3	170	190
Volkswagen e-Golf	116	190
Nissan Leaf	109	199
Mercedes-Benz B Electric Drive	179	200
Kia Soul EV	111	212
Renault ZOE	88	210/240
BYD e6	122	250/300
Tesla Model S 70D	334	442

Autonomía de algunos vehículos eléctricos

El principal inconveniente del vehículo eléctrico como es la autonomía, puede ser eliminado en un corto-medio periodo de tiempo debido a la utilización del grafeno, que puede suponer ser una autentica revolución en el mundo del automóvil para el desarrollo de pilas de combustible, baterías, supercondensadores, depósitos de hidrógeno, pinturas o plásticos.

La compañía Grabat Energy filial de la empresa española Graphenano, ha creado una batería de grafeno de gran densidad energética que permitirá a un vehículo eléctrico tener una autonomía de hasta 800 kilómetros.

La batería esta compuesta del polímero de grafeno y tiene la ventaja de almacenar mayor energía en un espacio más reducido que las baterías de ion-litio utilizadas actualmente en los vehículos eléctricos, con una densidad de 1.000 vatios-hora por kilogramo (Wh/kg) y un voltaje de 2,3 v.

El tiempo de recarga es mucho menor debido a que su velocidad de carga es de 100 culombios (C) frente a las de ion-litio de 3C. Además, es más ligera y no tiene el inconveniente de las baterías de ion-litio conocido como 'efecto memoria' que es un fenómeno que impide que las baterías se recarguen a su máxima carga, perdiendo capacidad de carga progresivamente.

Actualmente los únicos inconvenientes del grafeno son su alto precio de unos 1.000 Euros/Kg y la complejidad en su fabricación.

- Infraestructura de recarga: la infraestructura pública disponible no está suficientemente desarrollada, por lo que tenemos que establecer nuestra propia infraestructura de recarga y/o establecer una infraestructura compartida con otras organizaciones para ahorrar costes
- Valor residual menor: normalmente es menor que el vehículo equivalente que utiliza un combustible fósil, aunque pueden variar de un mercado a otro dependiendo de su grado de aceptación y de los incentivos a la compra de los gobiernos de cada país, además si la batería del vehículo es de alquiler el valor residual será mayor, ya que batería estará en perfectas condiciones de utilización
- Tiempo de recarga de la batería: dependiendo del tipo de recarga utilizada, la recarga puede durar desde 30 minutos para recargar el 80% del nivel de la batería hasta las ocho horas, además cuanto menos tiempo de recarga la batería durará menos
- Duración de las baterías: la duración de las baterías es de alrededor de unos 8 años, a la finalización de este plazo hay que cambiarlas, si bien algunos fabricantes de vehículos da la posibilidad de alquilar las baterías durante la utilización del vehículo
- Disponibilidad de los vehículos eléctricos: actualmente los vehículos eléctricos disponibles en el mercado están en las gamas altas y bajas y en ciertos tipos de vehículos, aunque la oferta disponible se está expandiendo a cualquier tipo de vehículo y gama
- Competencia con el vehículo de hidrógeno: el vehículo de hidrógeno ha experimentado en los últimos años un gran desarrollo, y puede convertirse en una opción factible al vehículo eléctrico, en algunos países como Japón ya se comercializan vehículos de hidrógeno
- Precio de adquisición mayor: los vehículos eléctricos tienen mayores precios de adquisición que su equivalente en combustible fósil

- Falta de cultura eléctrica: la falta de una cultura eléctrica en un país puede ser un obstáculo para la implantación de los vehículos eléctricos, por ejemplo en países como Noruega y Holanda tienen una gran aceptación, y por lo tanto una gran cuota de mercado

A continuación se dan unas recomendaciones para adquirir un vehículo eléctrico o cambiar un vehículo que utiliza un combustible fósil por uno eléctrico en nuestra flota de vehículos.

- Comprobar que el vehículo eléctrico se adapta a la operativa de nuestra flota, y el factor más importante es comprobar que tiene la autonomía suficiente para la prestación del servicio. Si el vehículo va a realizar una ruta planificada conoceremos la distancia a recorrer, por el contrario si el vehículo puede realizar cualquier tipo de recorrido, si no tenemos implementado una solución telemática que nos reporte la distancia recorrida, instalaremos un dispositivo GPS en el vehículo durante un periodo de tiempo para conocer cual es la distancia recorrida diariamente para la prestación del servicio
- Definir que tipo de recarga necesitamos, pues establecerá el tiempo de recarga de las baterías que pueden ser: lenta (8 horas), semi-rápida (4 horas) y rápida (30 minutos) para recargar el 80% de la batería, y cada una de ellas tienen diferentes necesidades de potencia de la instalación e infraestructura
- Donde establecer los puntos de recarga, podemos establecer nuestros propios puntos de recarga en nuestras instalaciones, utilizar los de terceras organizaciones o los públicos
- Calcular el coste de vida del vehículo (TCO) y el coste de las infraestructuras para conocer si es económicamente viable para nuestra organización
- Comprobar que el vehículo eléctrico tiene las características apropiadas (capacidad, funcionalidad etc.) para la prestación del servicio
- Establecer si compraremos o alquilaremos la batería del vehículo
- Dar formación a los usuarios sobre como utilizar y conducir este tipo de vehículos

- Si el mantenimiento va a ser realizado en nuestras instalaciones tenemos que tener al personal con la formación y los medios apropiados

Es indudable que en algún punto en el tiempo tendremos que cambiar al vehículo eléctrico en entornos urbanos, por ello tenemos que preparar a nuestra organización con los recursos apropiados y realizar una planificación con antelación.

16. ANEXO

16.1. APARTADO 4.1.1.: CASO TEÓRICO-PRÁCTICO

Nº Vehículos	1	2	3	4
Nivel servicio (NS) (horas)	$(3 R+4R)/(2Vm)$	$(R+4R)/(2Vm)$	$(R+4R)/(2Vm)$	$2R/Vm$
Incremento NS	-	R/Vm	0	$R/2Vm$
Consumo Combustible (CC)	$(3 R+4R)cda/100*2$	$(R+4R)cda/100$	$(R+12R)cda/100*2$	$(8R)cda/100$
Incremento CC (CC)	-	$(4-)Rcda/2*100$	$(4-)Rcda/2*100$	$(4-)Rcda/2*100$
Coste combustible (CCo)	$Vc*CC$	$Vc*CC$	$Vc*CC$	$Vc*CC$
Incremento CCo (CCo)	-	$Vc* CC$	$Vc* CC$	$Vc* CC$
Costes directos (Cd)	$CCo+S+C4$	$CCo+2S+2C2$	$CCo+3S+C2+2C1$	$CCo+4S+4C1$
Incremento Cd (Cd)	-	$CCo+S+2C1-C2$	$CCo+S+2C1-C2$	$CCo+S+2C1-C2$
Km. Totales (KmT)	$(3 R+4R)da/2$	$(R+4R)da$	$(R+12R)da/2$	$8Rda$
Incremento KmT (KmT)	-	$(4R- R)da/2$	$(4R- R)da/2$	$(4R- R)da/2$
Coste Unitario Directo (Cud)	CT/KmT	CT/KmT	CT/KmT	CT/KmT

=3,14; C4=vehículo de capacidad 4; C3=vehículo de capacidad 3; C2=vehículo de capacidad 2; C1=vehículo de capacidad 1; a= vida útil en años de los vehículos; d= días laborales al año; R= radio de la circunferencia (Km.); Vm= velocidad media (Km./h); c= consumo de combustible (litros/100 Km.)
Vc= coste combustible (euros/litro); S= salario de un conductor (euros)

Tabla 8: formulas genéricas del ejemplo teórico-práctico del caso A

Nº Vehículos	1	2	3
Nivel servicio (NS) (horas)	$2 R/Vm$	$(R+2R)/Vm$	$4R/Vm$
Incremento NS	-	$(R-2R)/Vm$	$(R-2R)/Vm$
Consumo Combustible (CC)	$2 Rcda/100$	$(2 R+2R)cda/100$	$(2 R+4R)cda/100$
Incremento CC (CC)	-	$2Rcda/100$	$2Rcda/100$
Coste combustible (CCo)	$Vc*CC$	$Vc*CC$	$Vc*CC$
Incremento CCo (CCo)	-	$Vc* CC$	$Vc* CC$
Coste directos (Cd)	$CCo+S+C3$	$CCo+2S+C2+C1$	$CCo+3S+3C1$
Incremento Cd (Cd)	-	$CCo-C2+2C1$	$CCo-C2+2C1$
Km. Totales (KmT)	$2 Rda$	$(2 R+2R)da$	$(2 R+4R)da$
Incremento KmT (KmT)	-	$2Rda$	$2Rda$
Coste Unitario Directo (Cud)	CT/KmT	CT/KmT	CT/KmT

=3,14; C4=vehículo de capacidad 4; C3=vehículo de capacidad 3; C2=vehículo de capacidad 2; C1=vehículo de capacidad 1; a= vida útil en años de los vehículos; d= días laborales al año; R= radio de la circunferencia (Km.); Vm= velocidad media (Km./h); c= consumo de combustible (litros/100 Km.)
Vc= coste combustible (euros/litro); S= salario de un conductor (euros)

Tabla 10: formulas genéricas del ejemplo teórico-práctico del caso B

16.2. APARTADO 9.3.: EJEMPLO PRÁCTICO

16.2.1. Periodo P_1

Concepto	Precio planificado	Cantidad planificada	Coste unitario planificado	Coste planificado	%
Combustible	1	5	0,200	40.000,00	39,863%
Accidentes	3.000	35.000	0,086	17.142,86	17,084%
Neumáticos	700	10.000	0,070	14.000,00	13,952%
Averías	2.000	30.000	0,067	13.333,33	13,288%
Mantenimientos	1.500	30.000	0,050	10.000,00	9,966%
Dietas	70	6.000	0,012	2.333,33	2,325%
Incentivos	20	3.000	0,007	1.333,33	1,329%
Multas	90	15.000	0,006	1.200,00	1,196%
Peajes	15	3.000	0,005	1.000,00	0,997%
Total			0,502	100.342,86	100,00%
Distancia planificada		200.000			

Precio planificado en Euros; Cantidad planificada en kilómetros; Distancia planificada en Kilómetros. Tipo de vehículo A.

Tabla 56: costes planificados para el vehículo del tipo A en el instante T_1

Concepto	Precio real	Cantidad real	Coste unitario real	Coste real	%
Combustible	1	4,37	0,229	46.012,26	43,989%
Accidentes	2.757	33.494,78	0,082	16.542,36	15,815%
Neumáticos	698	10.129,65	0,069	13.850,23	13,241%
Averías	1.986	30.212,27	0,066	13.210,25	12,629%
Mantenimientos	1.450	29.673,18	0,049	9.823,56	9,391%
Dietas	68	7.362,44	0,009	1.856,45	1,775%
Incentivos	18	3.003,59	0,006	1.204,56	1,152%
Multas	95	16.597,85	0,006	1.150,45	1,100%
Peajes	14	2.960,70	0,005	950,45	0,909%
Total			0,520	104.600,57	100,00%
Distancia real		201.000			

Precio real en Euros; Cantidad real en kilómetros; Distancia real en Kilómetros. Tipo de vehículo A.

Tabla 57: costes reales para el vehículo del tipo A en el instante T_2

Concepto	Precio planificado	Cantidad planificada	Coste unitario planificado	Coste planificado	%
Combustible	1	13	0,077	46.153,85	39,370%
Accidentes	500	13.000	0,038	23.076,92	19,685%
Averías	300	15.000	0,020	12.000,00	10,236%
Multas	90	6.000	0,015	9.000,00	7,677%
Peajes	15	1.000	0,015	9.000,00	7,677%
Dietas	70	6.000	0,012	7.000,00	5,971%
Neumáticos	100	15.000	0,007	4.000,00	3,412%
Incentivos	20	3.000	0,007	4.000,00	3,412%
Mantenimientos	150	30.000	0,005	3.000,00	2,559%
Total			0,195	117.230,77	100,00%
Distancia planificada		600.000			

Precio planificado en Euros; Cantidad planificada en kilómetros; Distancia planificada en Kilómetros. Tipo de vehículo B.

Tabla 58: costes planificados para el vehículo del tipo B en el instante T₁

Concepto	Precio real	Cantidad real	Coste unitario real	Coste real	%
Combustible	1	12,67	0,079	53.654,23	40,788%
Accidentes	475	12.601,32	0,038	25.632,23	19,485%
Averías	305	14.241,35	0,021	14.563,23	11,071%
Multas	110	7.821,63	0,014	9.563,23	7,270%
Peajes	17	1.252,27	0,014	9.231,23	7,018%
Dietas	70	6.181,61	0,011	7.700,26	5,854%
Neumáticos	90	14.835,93	0,006	4.125,12	3,136%
Incentivos	20	3.442,93	0,006	3.950,12	3,003%
Mantenimientos	145	31.546,35	0,005	3.125,56	2,376%
Total			0,193	131.545,21	100,00%
Distancia real		680.000			

Precio real en Euros; Cantidad real en kilómetros; Distancia real en Kilómetros. Tipo de vehículo B.

Tabla 59: costes reales para el vehículo del tipo B en el instante T₂

Tipo de vehículo	Nº vehículos	Costes unitarios planificados T ₁	Costes unitarios reales T ₂	Distancia planificada T ₁	Distancia real T ₂	Costes totales planificados T ₁	Costes totales reales T ₂	Diferencia total	Diferencia costes	Diferencia distancia
A	20	0,502	0,520	200.000	201.000	100.342,86	104.600,57	4.257,71	3.756,00	501,71
B	80	0,195	0,193	600.000	680.000	117.230,77	131.545,21	14.314,44	-1.316,33	15.630,77
Total	100			800.000	881.000	217.573,63	236.145,78	18.572,15	2.439,67	16.132,48

Tabla 60: desviaciones de los costes reales respecto a los planificados en el corto plazo

Tipo de vehículo	Tiempo total planificado	Tiempo total real	Diferencia	% desviación
A	3.080	2.684	-396	-12,86
B	12.320	13.728	1.408	11,43
Total	15.400	16.412	1.102	6,57

Tiempo en horas.

Tabla 61: tiempo total planificado y real por tipo de vehículo en el corto plazo

Tipo de vehículo	Distancia planificada	Tiempo planificado	Velocidad media planificada	Distancia real	Tiempo real	Velocidad real	Diferencia	% diferencia
A	200.000	3.080	64,94	201.000	2.684	74,89	9,95	15,33%
B	600.000	12.320	48,70	680.000	13.728	49,53	0,83	1,71%
Total	800.000	15.400	51,95	881.000	16.412	53,68	1,73	3,33%

Distancia planificada y real en kilómetros; tiempo planificado y real en horas.

Tabla 62: % desviación velocidad media real respecto a lo planificado en el corto plazo

Tipo de vehículo	Nº vehículos	Costes planificados T ₁	Costes planificados T ₂	Distancia planificada T ₁	Distancia planificada T ₂	Costes planificados T ₁	Costes planificados T ₂	Diferencia	Diferencia costes	Diferencia distancia
A	20	0,502	0,452	200.000	200.000	100.342,86	90.342,86	-10.000,00	-10.000,00	0,00
B	80	0,195	0,179	600.000	600.000	117.230,77	107.438,46	-9.792,31	-9.792,31	0,00
Total	100					217.573,63	197.781,32	-19.792,31	-19.792,31	0,00

Tabla 63: desviaciones de los costes planificados en el largo plazo

16.2.2. Periodo P₂

Concepto	Precio planificado	Cantidad planificada	Coste unitario planificado	Coste planificado	%
Combustible	0,75	5	0,150	30.000,00	33,21%
Accidentes	3.000	35.000	0,086	17.142,86	18,98%
Neumáticos	700	10.000	0,070	14.000,00	15,50%
Averías	2.000	30.000	0,067	13.333,33	14,76%
Mantenimientos	1.500	30.000	0,050	10.000,00	11,07%
Dietas	70	6.000	0,012	2.333,33	2,58%
Incentivos	20	3.000	0,007	1.333,33	1,48%
Multas	90	15.000	0,006	1.200,00	1,33%
Peajes	15	3.000	0,005	1.000,00	1,11%
Total			0,452	90.342,86	100,00%
Distancia planificada		200.000			

Precio planificado en Euros; Cantidad planificada en kilómetros; Distancia planificada en Kilómetros. Tipo de vehículo A.

Tabla 64: costes planificados para el vehículo del tipo A en el instante T₂

Concepto	Precio real	Cantidad real	Coste unitario real	Coste real	%
Combustible	0,78	4,81	0,162	32.125,00	35,55%
Accidentes	2.800	36.714,94	0,076	15.100,12	16,71%
Neumáticos	702	10.031,30	0,070	13.856,23	15,33%
Averías	2.002	29.901,13	0,067	13.256,89	14,67%
Mantenimientos	1.896	37.082,61	0,051	10.123,56	11,20%
Dietas	71	7.397,20	0,010	1.900,45	2,10%
Incentivos	25	2.749,14	0,009	1.800,56	1,99%
Multas	93	15.924,66	0,006	1.156,32	1,28%
Peajes	16	3.016,48	0,005	1.050,23	1,16%
Total			0,456	90.369,36	100,00%
Distancia real		198.000			

Precio real en Euros; Cantidad real en kilómetros; Distancia real en Kilómetros. Tipo de vehículo A.

Tabla 65: costes reales para el vehículo del tipo A en el instante T₃

Concepto	Precio planificado	Cantidad planificada	Coste unitario planificado	Coste planificado	%
Combustible	0,75	13	0,058	34.615,38	32,22%
Accidentes	475	13.000	0,037	21.923,08	20,41%
Averías	305	15.000	0,020	12.200,00	11,36%
Multas	110	6.000	0,018	11.000,00	10,24%
Peajes	17	1.000	0,017	10.200,00	9,49%
Dietas	70	6.000	0,012	7.000,00	6,52%
Incentivos	20	3.000	0,007	4.000,00	3,72%
Neumáticos	90	15.000	0,006	3.600,00	3,35%
Mantenimientos	145	30.000	0,005	2.900,00	2,70%
Total			0,179	107.438,46	100,00%
Distancia planificada		600.000			

Precio planificado en Euros; Cantidad planificada en kilómetros; Distancia planificada en Kilómetros. Tipo de vehículo B.

Tabla 66: costes planificados para el vehículo del tipo B en el instante T₂

Concepto	Precio real	Cantidad real	Coste unitario real	Coste real	%
Combustible	0,80	13,22	0,061	38.132,65	33,76%
Accidentes	469	13.095,01	0,036	22.563,56	19,98%
Averías	308	13.323,97	0,023	14.563,23	12,89%
Multas	108	7.114,75	0,015	9.563,23	8,47%
Peajes	21	1.433,18	0,015	9.231,23	8,17%
Dietas	68	5.563,45	0,012	7.700,26	6,82%
Neumáticos	91	13.897,78	0,007	4.125,12	3,65%
Incentivos	23	3.668,24	0,006	3.950,12	3,50%
Mantenimientos	142	28.622,07	0,005	3.125,56	2,77%
Total			0,179	112.954,96	100,00%
Distancia real		630.127			

Precio real en Euros; Cantidad real en kilómetros; Distancia real en Kilómetros. Tipo de vehículo B.

Tabla 67: costes reales para el vehículo del tipo B en el instante T₃

Tipo de vehículo	Nº vehículos	Costes unitarios planificados	Costes unitarios reales	Distancia planificada	Distancia real	Costes planificados	Costes reales	Diferencia	Diferencia costes	Diferencia distancia
A	20	0,452	0,456	200.000	198.000	90.342,86	90.369,36	26,50	929,93	-903,43
B	80	0,179	0,179	600.000	630.000	107.438,46	112.954,96	5.516,50	144,58	5.371,92
Total	100			800.000	828.000	197.781,32	203.324,32	5.543,00	1.074,51	4.468,49

Tabla 68: desviaciones de los costes reales respecto a los planificados en el corto plazo

Tipo de vehículo	Tiempo total planificado	Tiempo total real	Diferencia	% desviación
A	3.080	3.036	-44	-1,429%
B	12.320	12.496	176	1,429%
Total	15.400	15.532	132	0,857%

Tabla 69: tiempo total planificado y real por tipo de vehículo en el corto plazo

Tipo de vehículo	Distancia planificada	Tiempo planificado	Velocidad media planificada	Distancia real	Tiempo real	Velocidad real	Diferencia	% diferencia
A	200.000	3.080	64,94	198.000	3.036	65,22	0,28	0,43%
B	600.000	12.320	48,70	630.000	12.496	50,42	1,71	3,52%
Total	800.000	15.400	51,95	828.000	15.532	53,31	1,36	2,62%

Distancia planificada y real en kilómetros; tiempo planificado y real en horas.

Tabla 70: % desviación velocidad media real respecto a lo planificado en el corto plazo

Concepto	Precio planificado	Cantidad planificada	Coste unitario planificado	Coste planificado	%
Combustible	0,75	5,00	0,150	30.000,00	38,73%
Neumáticos	700	10.000,00	0,070	14.000,00	18,07%
Averías	1.600	30.000,00	0,053	10.666,67	13,77%
Accidentes	2.400	50.000,00	0,048	9.600,00	12,39%
Mantenimientos	1.100	30.000,00	0,037	7.333,33	9,47%
Dietas	70	6.000,00	0,012	2.333,33	3,01%
Incentivos	20	3.000,00	0,007	1.333,33	1,72%
Multas	90	15.000,00	0,006	1.200,00	1,55%
Peajes	15	3.000,00	0,005	1.000,00	1,29%
Total			0,387	77.466,67	100,00%
Distancia real		200.000			

Precio planificado en Euros; Cantidad planificada en kilómetros; Distancia planificada en Kilómetros.
Tipo de vehículo A considerando 20 vehículos.

Tabla 71: costes planificados para el vehículo del tipo A en el instante T_3 para 20 vehículos

Concepto	Precio planificado	Cantidad planificada	Coste unitario planificado	Coste planificado	%
Combustible	0,75	15	0,050	30.000,00	33,94%
Multas	110	6.000	0,018	11.000,00	12,44%
Accidentes	360	20.000	0,018	10.800,00	12,22%
Peajes	17	1.000	0,017	10.200,00	11,54%
Averías	240	15.000	0,016	9.600,00	10,86%
Dietas	70	6.000	0,012	7.000,00	7,92%
Incentivos	20	3.000	0,007	4.000,00	4,52%
Neumáticos	90	15.000	0,006	3.600,00	4,07%
Mantenimientos	110	30.000	0,004	2.200,00	2,49%
Total			0,147	88.400,00	100,00%
Distancia real		600.000			

Precio planificado en Euros; Cantidad planificada en kilómetros; Distancia planificada en Kilómetros.
Tipo de vehículo B considerando 80 vehículos.

Tabla 72: costes planificados para el vehículo del tipo B en el instante T_3 para 80 vehículos.

Tipo de vehículo	Nº vehículos	Costes unitarios planificados T_2	Costes unitarios planificados T_3	Distancia planificada T_2	Distancia planificada T_3	Costes planificados T_2	Costes planificados T_3	Diferencia	Diferencia costes	Diferencia distancia
A	20	0,452	0,387	200.000	200.000	90.342,86	77.466,67	-12.876,19	-12.876,19	0,00
B	80	0,179	0,147	600.000	600.000	107.438,46	88.400,00	-19.038,46	-19.038,46	0,00
Total	100			800.000	800.000	197.781,32	165.866,67	-31.914,65	-31.914,65	0,00

Tabla 73: desviaciones de los costes planificados en el largo plazo para 100 vehículos

16.2.3. Periodo P₃

Concepto	Precio planificado	Cantidad planificada	Coste unitario planificado	Coste planificado	%
Combustible	0,75	5,00	0,150	31.125,00	38,73%
Neumáticos	700	10.000	0,070	14.525,00	18,07%
Averías	1.600	30.000	0,053	11.066,67	13,77%
Accidentes	2.400	50.000	0,048	9.960,00	12,39%
Mantenimientos	1.100	30.000	0,037	7.608,33	9,47%
Dietas	70	6.000	0,012	2.420,83	3,01%
Incentivos	20	3.000	0,007	1.383,33	1,72%
Multas	90	15.000	0,006	1.245,00	1,55%
Peajes	15	3.000	0,005	1.037,50	1,29%
Total			0,387	80.371,67	100,00%
Distancia planificada		207.500			

Precio planificado en Euros; Cantidad planificada en kilómetros; Distancia planificada en Kilómetros.
Tipo de vehículo A: 21 Vehículos.

Tabla 74: costes planificados para el vehículo del tipo A en el instante T₃

Concepto	Precio real	Cantidad real	Coste unitario real	Coste real	%
Combustible	0,75	5,24	0,143	28.563,65	37,10%
Neumáticos	702	10.130,45	0,069	13.824,56	17,96%
Averías	1.564	30.163,66	0,052	10.345,69	13,44%
Accidentes	2.315	48.830,74	0,047	9.456,23	12,28%
Mantenimientos	1.050	28.917,61	0,036	7.245,65	9,41%
Dietas	75	5.237,34	0,014	2.856,89	3,71%
Peajes	20	1.950,57	0,010	2.045,56	2,66%
Incentivos	25	3.116,90	0,008	1.600,15	2,08%
Multas	85	16.140,01	0,005	1.050,65	1,36%
Total			0,386	76.989,03	100,00%
Distancia real		199.500			

Precio real en Euros; Cantidad real en kilómetros; Distancia real en Kilómetros. Tipo de vehículo A: 21 Vehículos.

Tabla 75: costes reales para el vehículo del tipo A en el instante T₄

Concepto	Precio planificado	Cantidad planificada	Coste unitario planificado	Coste planificado	%
Combustible	0,75	15	0,050	30.700,00	33,94%
Multas	110	6.000	0,018	11.256,67	12,44%
Accidentes	360	20.000	0,018	11.052,00	12,22%
Peajes	17	1.000	0,017	10.438,00	11,54%
Averías	240	15.000	0,016	9.824,00	10,86%
Dietas	70	6.000	0,012	7.163,33	7,92%
Incentivos	20	3.000	0,007	4.093,33	4,52%
Neumáticos	90	15.000	0,006	3.684,00	4,07%
Mantenimientos	110	30.000	0,004	2.251,33	2,49%
Total			0,147	90.462,67	100,00%
Distancia planificada		614.000			

Precio planificado en Euros; Cantidad planificada en kilómetros; Distancia planificada en Kilómetros.
 Tipo de vehículo B: 83 vehículos.

Tabla 76: costes planificados para el vehículo del tipo B en el instante T₃

Concepto	Precio real	Cantidad real	Coste unitario real	Coste real	%
Combustible	0,75	16	0,047	28.563,26	32,28%
Peajes	20	1.008	0,020	12.002,36	13,56%
Multas	104	5.774	0,018	10.896,36	12,31%
Accidentes	326	18.660	0,017	10.569,89	11,95%
Averías	234	14.970	0,016	9.456,89	10,69%
Dietas	75	6.439	0,012	7.046,67	7,96%
Incentivos	25	3.573	0,007	4.232,65	4,78%
Neumáticos	88	14.970	0,006	3.556,56	4,02%
Mantenimientos	106	29.733	0,004	2.156,89	2,44%
Total			0,146	88.481,53	100,00%
Distancia real		605.000			

Precio real en Euros; Cantidad real en kilómetros; Distancia real en Kilómetros. Tipo de vehículo B: 83 Vehículos.

Tabla 77: costes reales para el vehículo del tipo B en el instante T₄

Tipo de vehículo	Nº vehículos	Costes unitarios planificados	Costes unitarios reales	Distancia planificada	Distancia real	Costes planificados	Costes reales	Diferencia	Diferencia costes	Diferencia distancia
A	23	0,387	0,386	207.500	199.500	80.371,67	76.989,03	-3.382,64	-283,97	-3.098,67
B	81	0,147	0,146	614.000	605.000	90.462,67	88.481,53	-1.981,14	-655,14	-1.326,00
Total	104			821.500	804.500	170.834,33	165.470,56	-5.363,78	-939,11	-4.424,67

Tabla 78: desviaciones de los costes reales respecto a los planificados en el corto plazo

Tipo de vehículo	Tiempo total planificado	Tiempo total real	Diferencia	% desviación
A	3.234	3.188	-46	-1,429%
B	12.782	12.965	183	1,429%
Total	16.016	16.152	136	0,852%

Tabla 79: tiempo total planificado y real por tipo de vehículo en el corto plazo

Tipo de vehículo	Distancia planificada	Tiempo planificado	Velocidad media planificada	Distancia real	Tiempo real	Velocidad real	Diferencia	% diferencia
A	207.500	3.234	64,16	199.500	3.188	62,58	-1,58	-2,46%
B	614.000	12.782	48,04	605.000	12.965	46,67	-1,37	-2,85%
Total	821.500	16.016	51,29	804.500	16.152	49,81	-1,49	-2,90%

Tabla 80: % desviación velocidad media real respecto a lo planificado en el corto plazo

Concepto	Precio planificado	Cantidad planificada	Coste unitario planificado	Coste planificado	%
Combustible	0,75	5,00	0,150	29.250,00	37,21%
Neumáticos	550	8.928,35	0,062	12.012,30	15,28%
Averías	1.600	30.000,00	0,053	10.400,00	13,23%
Accidentes	2.400	50.000,00	0,048	9.360,00	11,91%
Mantenimientos	1.100	30.000,00	0,037	7.150,00	9,10%
Peajes	15	570,89	0,026	5.123,56	6,52%
Dietas	70	6.000,00	0,012	2.275,00	2,89%
Incentivos	20	1.906,98	0,010	2.045,12	2,60%
Multas	70	13.800,15	0,005	989,12	1,26%
Total			0,403	78.605,10	100,00%
Distancia planificada		195.000			

Precio planificado en Euros; Cantidad planificada en kilómetros; Distancia planificada en Kilómetros.
Tipo de vehículo A: 21 vehículos.

Tabla 81: costes planificados para el vehículo del tipo A en el instante T₄ para 21 vehículos

Concepto	Precio planificado	Cantidad planificada	Coste unitario planificado	Coste planificado	%
Combustible	0,75	15	0,050	29.500,00	32,40%
Peajes	17	609	0,028	16.456,48	18,08%
Accidentes	360	20.000	0,018	10.620,00	11,66%
Averías	240	15.000	0,016	9.440,00	10,37%
Multas	90	6.573	0,014	8.078,45	8,87%
Dietas	70	5.999	0,012	6.884,00	7,56%
Incentivos	20	2.314	0,009	5.099,89	5,60%
Neumáticos	75	15.801	0,005	2.800,45	3,08%
Mantenimientos	110	30.005	0,004	2.163,00	2,38%
Total			0,154	91.042,27	100,00%
Distancia planificada		590.000			

Precio planificado en Euros; Cantidad planificada en kilómetros; Distancia planificada en Kilómetros.
Tipo de vehículo B. 83 vehículos.

Tabla 82: costes planificados para el vehículo del tipo B en el instante T_4 para 83 vehículos

Tipo de vehículo	Nº vehículos	Costes unitarios planificados	Costes unitarios reales	Distancia planificada	Distancia real	Costes planificados	Costes Reales	Diferencia	Diferencia costes	Diferencia distancia
A	23	0,387	0,403	207.500	195.000	80.371,67	78.605,10	-1.766,57	3.075,10	-4.841,67
B	81	0,147	0,154	614.000	590.000	90.462,67	91.042,27	579,60	4.115,60	-3.536,00
Total	104			821.500	785.000	170.834,33	169.647,37	-1.186,96	7.190,70	-8.377,67

Tabla 83: desviaciones de los costes planificados en el largo plazo para 104 vehículos

Tipo de vehículo	Tiempo total planificado T_3	Tiempo total planificado T_4	Diferencia	% desviación
A	3.234	3.049	-185	-5,714%
B	12.782	12.417	-365	-2,857%
Total	16.016	15.466	-550	-3,434%

Tabla 84: tiempos totales por tipo de vehículo en el largo plazo

Tipo de vehículo	Distancia planificada T_3	Tiempo planificado T_3	Velocidad media planificada T_3	Distancia planificada T_4	Tiempo planificado T_4	Velocidad media planificada T_4	Diferencia	% diferencia
A	207.500	3.234	64,16	195.000	3.049	63,95	-0,21	-0,33%
B	614.000	12.782	48,04	590.000	12.417	47,52	-0,52	-1,08%
Total	821.500	16.016	51,29	785.000	15.466	50,76	-0,54	-1,04%

Tabla 85: velocidades medias por vehículo en el largo plazo.

17. REFERENCIAS

Adam Redmer. 2009. Optimisation of the exploitation period of individual vehicles in freight transportation companies. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. Volume 45, Issue 6, 978–987.

B.W. Simms, B.G. Lamarre, A.K.S. Jardine. 1984. Optimal buy, operate and sell policies for fleets of vehicles. *European Journal of Operational Research*. Volume 15, Issue 2, 183–195.

Mitchell R, Friswell R, Mooren L. 2012; Initial development of a practical safety audit tool to asses fleet safety management practices. *Accident Analysis and Prevention*. 47, 102-118.

Parthana Parthanadeea, Jirachai Buddhakulsomsirib, Peerayuth Charnsethikulc. 2012. A study of replacement rules for a parallel fleet replacement problem based on user preference utilization pattern and alternative fuel considerations. *Computers & Industrial Engineering*. Volume 63, Issue 1, 46–57.

S. Eilon, J.R King, D.E. Hutchinson. 1966. A Study in Equipment Replacement. *Journal of the Operational Research Society* 17, 59–71.

Zhaolin Li, Feng Tao. 2010. On determining optimal fleet size and vehicle transfer policy for a car rental company. *Computers and Operation Research*. 37, 341-350.

