



Conceptos teóricos en la Optimización de Rutas

Ponente: Antonio Iglesias

01	INTRODUCCIÓN
02	CONCEPTOS BÁSICOS DE GESTIÓN DE RUTAS
03	HERRAMIENTAS DE OPTIMIZACIÓN DE RUTAS DE TRANSPORTE

01



INTRODUCCIÓN

En el proceso de distribución de mercancías, transporte de diferentes expediciones, de un peso por expedición inferior a la carga útil del vehículo, con destinos relativamente cercanos (el suministro a la distribución detallista o al consumidor final), que mediante el itinerario optimiza la relación entre tiempo invertido, distancia recorrida y entregas efectuadas.



- ✚ Se trata generalmente de entregas muy atomizadas y pequeñas en muchos puntos de venta, que incluso se pueden compatibilizar con recogidas de productos en los mismo puntos de venta o puntos cercanos.
- ✚ En una parada del vehículo es habitual que se atienda a más de un cliente ya que suele ser más adecuado hacer ciertos movimientos de mercancías a pie que con el propio vehículo.
- ✚ Poca estabilidad en las entregas, fluctúa la carga de trabajo y las rutas definitivas se conocen con muy poca antelación como para hacer una planificación eficiente. Hay rutas base que sirven como pauta de organización. Pero la organización definitiva de la ruta está fuertemente condicionada a la experiencia y buen hacer del conductor-repartidor.
- ✚ Peso de la mercancía a distribuir variable que está condicionado al cliente a distribuir, día de servicio, etc.
- ✚ Generalmente se reparte con vehículos de menores dimensiones que en la Distribución Comercial.
- ✚ Trafico residual al no encontrar libres zonas de Carga y Descarga.

- ✚ La distribución capilar genera mucho tráfico. Los jueves y viernes son los días de la semana que mayor número de operaciones de carga y descarga se realizan, mientras que el lunes suele ser el día de la semana que menor actividad se produce.
- ✚ Los comerciantes no asumen el problema de la carga y descarga como suyo.
- ✚ Falta de zonas de carga y descarga. Los repartos se realizan sin medio de manipulación alguno y por una sola persona.
- ✚ La Policía Municipal tiene medios insuficientes para el control.
- ✚ Uso ilegal de las plazas de carga y descarga por otros usuarios. La falta de vigilancia de las zonas habilitadas para las labores de carga y descarga es una constante que redunde de manera negativa en la ejecución de la distribución.
- ✚ La ocupación de las zonas de carga y descarga por parte de vehículos privados impide una correcta utilización de dicho espacio que conlleva a incumplir la normativa a los operarios de la distribución.

- ✚ Falta de concienciación por parte de los propios operarios de las labores de carga y descarga quienes, en numerosas ocasiones, estacionan de manera indebida pese a disponer de espacio suficiente en una zona de carga y descarga próxima. Igualmente se observa que, en muchos casos, los propios comerciantes utilizan estas zonas de carga y descarga como aparcamiento para sus propios vehículos, impidiendo la rotación.
- ✚ Contaminación acústica y medioambiental.
- ✚ Alta concentración de las horas de reparto en el pequeño comercio. La gran mayoría de las operaciones de carga y descarga se realizan en horario de mañana.
- ✚ Horarios insuficientes para hacer el reparto en zonas peatonales y de carga y descarga.

Existe una creciente presión sobre la distribución de mercancías en las áreas urbanas, lo cual está asociado con los nuevos paradigmas del mercado como son:

- ✚ **El time to customer** se ha convertido en un aspecto crítico, dado que en un mercado tan competitivo y global es uno de los aspectos que más valoran los clientes.
- ✚ **La reducción de niveles de inventario en destino.**
- ✚ **El aumento de referencias.**
- ✚ **Los nuevos hábitos de consumo.**
- ✚ **El aumento de los negocios electrónicos**, donde no existe un contacto físico con los productos hasta el momento de la recepción, ha impulsado modelos de negocio basados en la reducción de costes y la inmediatez, pues es aquí donde la logística de entrega es fundamental. Se demanda flexibilidad, servicio, personalización y reducción de los tiempos.

✚ **La influencia de la infraestructura urbana:** allí se pueden encontrar situaciones como:

- Calles en reparación o deterioradas (por obras u otros motivos).
- Calles con sentido único.
- Semáforos y problemas de movilidad en general.
- **Aumento de vehículos en las ciudades.**
- **Desarrollo comercio electrónico.**
- **Preocupación por el impacto ambiental.**



✚ **La estrategia de distribución que se utilice:** en este aspecto influye el número de destinos que es necesario cubrir, los tiempos de espera y de descarga, y los horarios de recepción de mercancía. Las características de la distribución capilar dependen de la zona geográfica y de los mercados receptores atendidos:

- Distribución a cliente final.
- Distribución a punto de venta.





- ✚ **Las características de la flota de transporte:** el vehículo debe adaptarse a las condiciones de la infraestructura vial y a las estrategias de distribución; el tamaño del vehículo está limitado por la anchura de las calles y las zonas de carga y descarga deben tener un fácil acceso.



- ✚ La distribución capilar es un proceso vital y por tanto estratégico para el crecimiento económico, social y cultural de una ciudad.
- ✚ No existen soluciones sencillas para la distribución capilar de mercancías y por lo tanto, se presenta con frecuencia despreocupación sobre este asunto en todos los niveles.
- ✚ Lo anterior también puede ser provocado por el desconocimiento existente sobre distribución capilar en las ciudades.
- ✚ La distribución capilar de mercancías es un motor de la economía local; si no se dispone de suficiente agilidad, puede existir un riesgo en la economía de la ciudad.

En este entorno es donde la gestión de flotas y el cálculo y la optimización de rutas logísticas permiten dos objetivos complementarios entre sí:

-  Cumplir con las expectativas de los clientes, lo cual aporta valor potenciando las ventas y la imagen del producto.
-  Optimización de costes, vía reducción de los mismos, minimizando costes de transporte, disminuyendo tiempos de espera improductivos, reduciendo los niveles de inventario o adaptando los recursos a las necesidades reales.

Estimaciones científicas establecen que se podrían alcanzar ahorros del 5% al 20% en un área, la logística de producto, que representa en términos generales entre el 10% y 20% del coste.

Como soluciones a los problemas que plantean la carga y descarga en las ciudades, son variadas las iniciativas que se han desarrollado en diversas ciudades europeas.

Algunas de las iniciativas que se han desarrollado han sido:

- **ZONAS DE CARGA Y DESCARGA EN LAS ACERAS.** Las zonas de carga y descarga en aceras resulta una buena medida para no saturar el tráfico de la ciudad, pero presenta problemas de entorpecimiento a los peatones.
- **CARRILES MULTIUSO.** Esta medida permite agilizar el transporte y flexibiliza la calle a distintos tipos de usuarios. El uso de carriles multiusos se implantó en algunas calles de Barcelona; estos carriles se usan para estacionamiento, carga y descarga, y para circulación.
- **DISTRIBUCIÓN NOCTURNA DE MERCANCÍAS** La distribución urbana de mercancías nocturna plantea problemas de ruido, vigilancia de la mercancía y molestias en general para los vecinos. Una experiencia relacionada con la distribución nocturna de mercancías se desarrolló en París, donde se proporcionaba al transportador acceso a los depósitos de almacenamiento durante la noches.
- **CARRILES NOCTURNOS.** En París y Estocolmo se autorizó a los vehículos de transporte de mercancías el uso de los carriles de bus en horario nocturno. Sin embargo, en París supuso un trastorno al transporte público y a la circulación en general. En Estocolmo esta medida se suprimió debido al incumplimiento de los horarios establecidos.

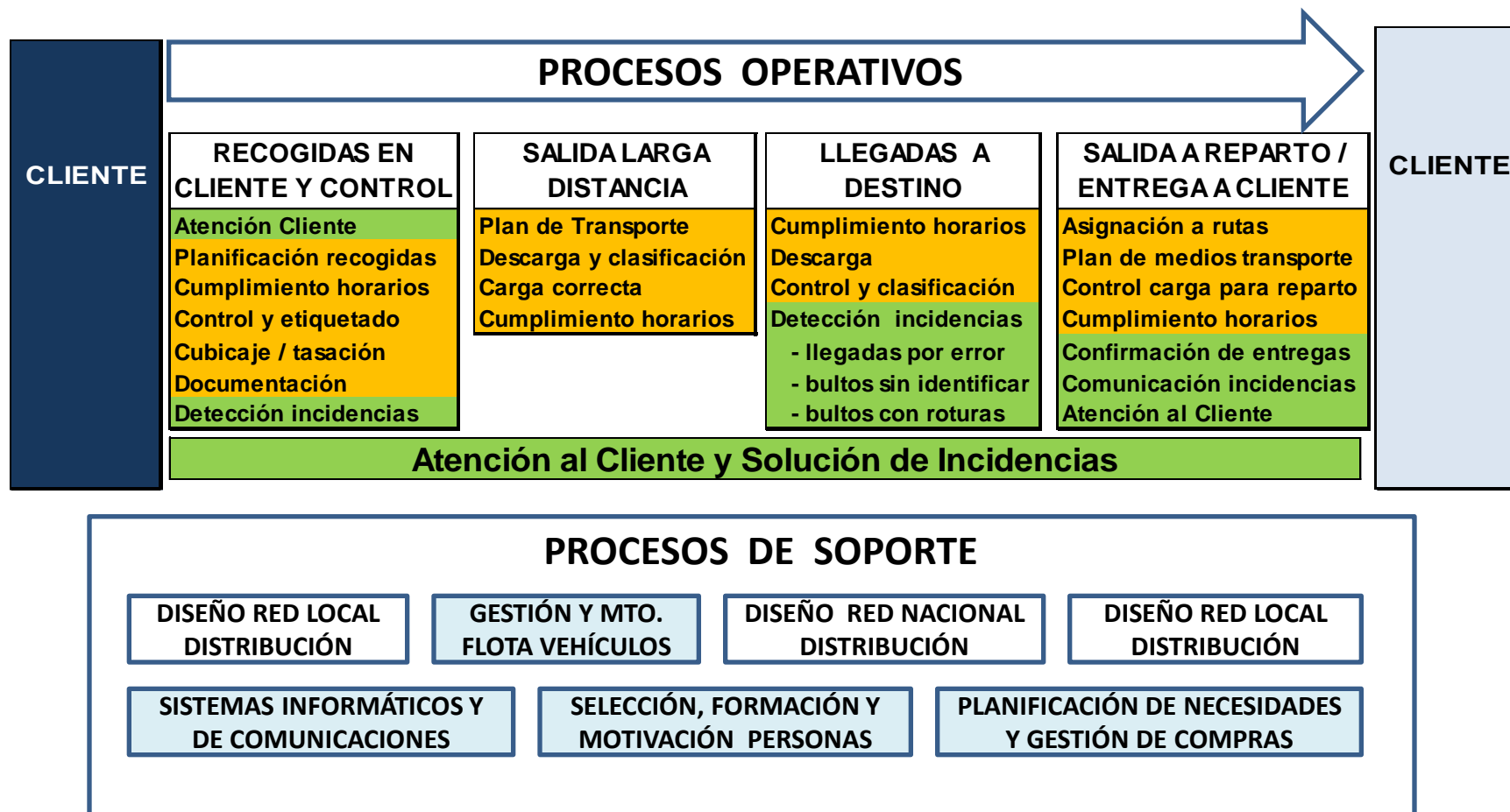
- ✚ **OPTIMIZACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LOS VEHÍCULOS.** Un problema a destacar en la distribución urbana de mercancías es la capacidad de los vehículos de transporte. La mayoría de ellos circula con una capacidad muy inferior a la máxima, lo cual provoca un aumento de los trayectos que deben realizarse para cubrir todas las necesidades de la distribución capilar en una ciudad. Por ejemplo, en Copenhague se realizó un estudio que acreditaba que los vehículos estaban muy por debajo de su capacidad de carga. Como solución al problema de la capacidad, se planteó un programa de cooperación para lograr que los vehículos de transporte utilizaran al menos un 60% de su capacidad. Para controlar esto se introdujeron vigilantes y se incentivaba a los transportadores a adoptar este tipo de medidas mediante distintivos de empresas participantes, promociones, etc.
- ✚ **REGLAMENTACIÓN HORARIA SEGÚN SUPERFICIE DE LOS VEHÍCULOS, PESO MÁXIMO AUTORIZADO Y EMISIONES SONORAS.** En Europa también se han puesto en marcha otras medidas que regulan la circulación de vehículos en las ciudades, dependiendo de la superficie de los mismos, del Peso Máximo Autorizado (PMA) y de las emisiones sonoras. En lo que respecta a la superficie de los vehículos, fue en París donde se introdujo esta medida. Consistía fundamentalmente en restringir el acceso al centro de la ciudad cuanto mayor fuera la superficie del vehículo. La restricción horaria en función del tonelaje (PMA) de los vehículos se experimentó en varias ciudades europeas con el llamado proyecto LEAN. Algunos de los objetivos de este proyecto consistían en reducir los requerimientos de espacio para el transporte en áreas urbanas y evaluar modos alternativos de transporte.

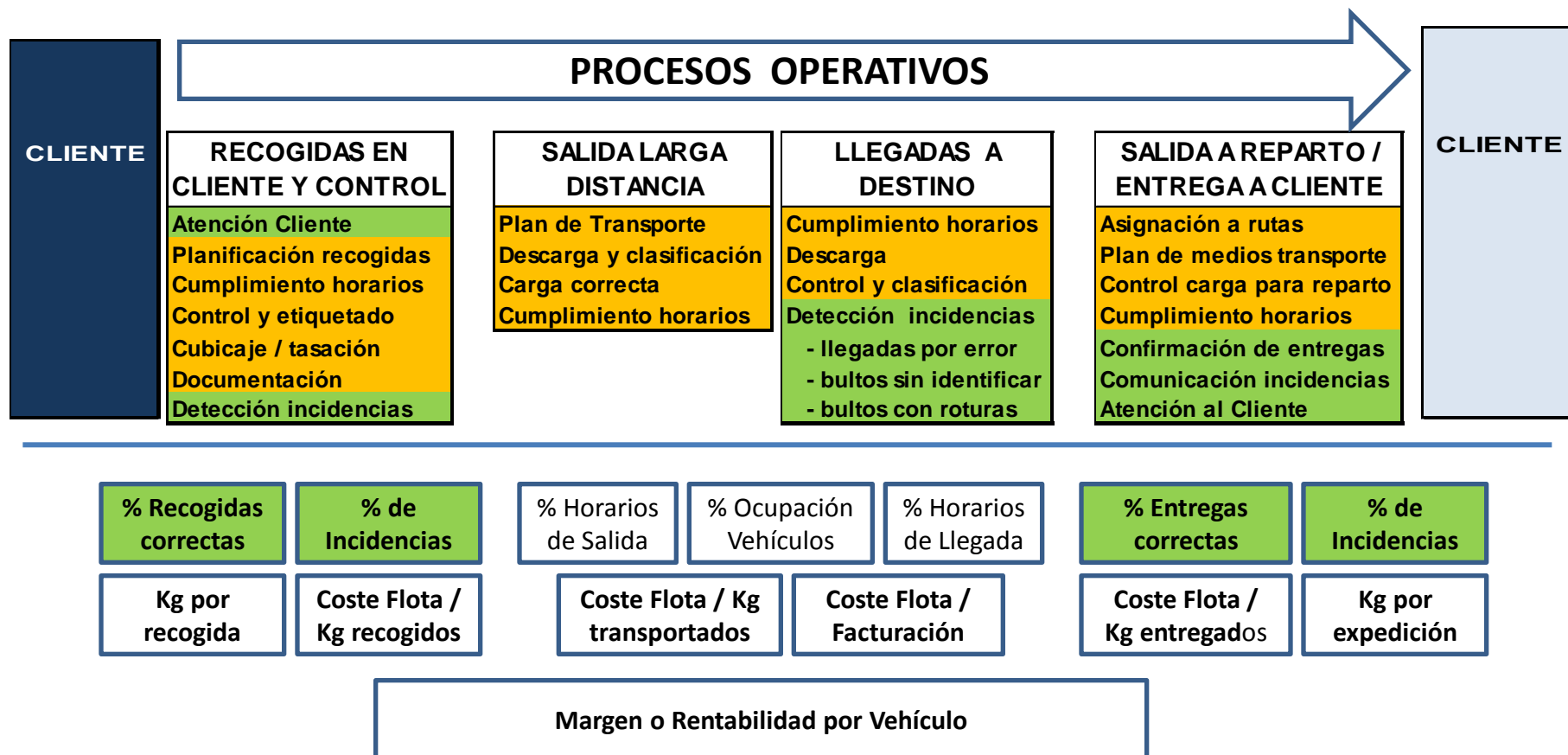
- ✚ **PEAJES URBANOS.** Mucho se ha hablado en nuestras ciudades colombianas con respecto al tema de peajes. Esta alternativa se ha implementado en varias ciudades europeas en donde se hace el pago de peajes para acceder al centro urbano. Por ejemplo, en Oslo los 19 accesos a la ciudad son de peaje; además el 50% de la población reside fuera de lo que es el anillo de peaje. Los peajes varían en función del horario y del peso del vehículo a considerar. Sin embargo, el problema reside en establecer las tarifas adecuadas, ya que las tarifas iniciales impuestas en Oslo no eran lo suficientemente disuasorias como para hacer disminuir el tráfico por el núcleo urbano de la ciudad.
- ✚ **E-COMMERCE** . Con la puesta en marcha del e-commerce todas las viviendas pueden pasar a ser destinos de reparto para los transportistas. Existen sociedades como RelayStar (originada en Benelux) que prestan un servicio de reparto de productos. El procedimiento es el siguiente: el cliente compra vía Internet y elige la estación Texaco más cercana donde desea recoger el producto. Cuando el producto llega a la estación elegida, el cliente recibe una notificación por e-mail y se establece a partir de ahí un plazo de 14 días para su recogida. En otros lugares como Dortmund existen proyectos para crear terminales automáticos de entrega y recogida de mercancías.
- ✚ **PLATAFORMAS URBANAS DE DISTRIBUCIÓN.** Esta propuesta se desarrolló en St. Denis, La Rochelle y Aix-en-Provence. Las microplataformas consisten en un centro de distribución de barrio. Desde ella se reparten utilizando medios no molestos y de corta distancia tales como carretillas y pequeños vehículos eléctricos.

02



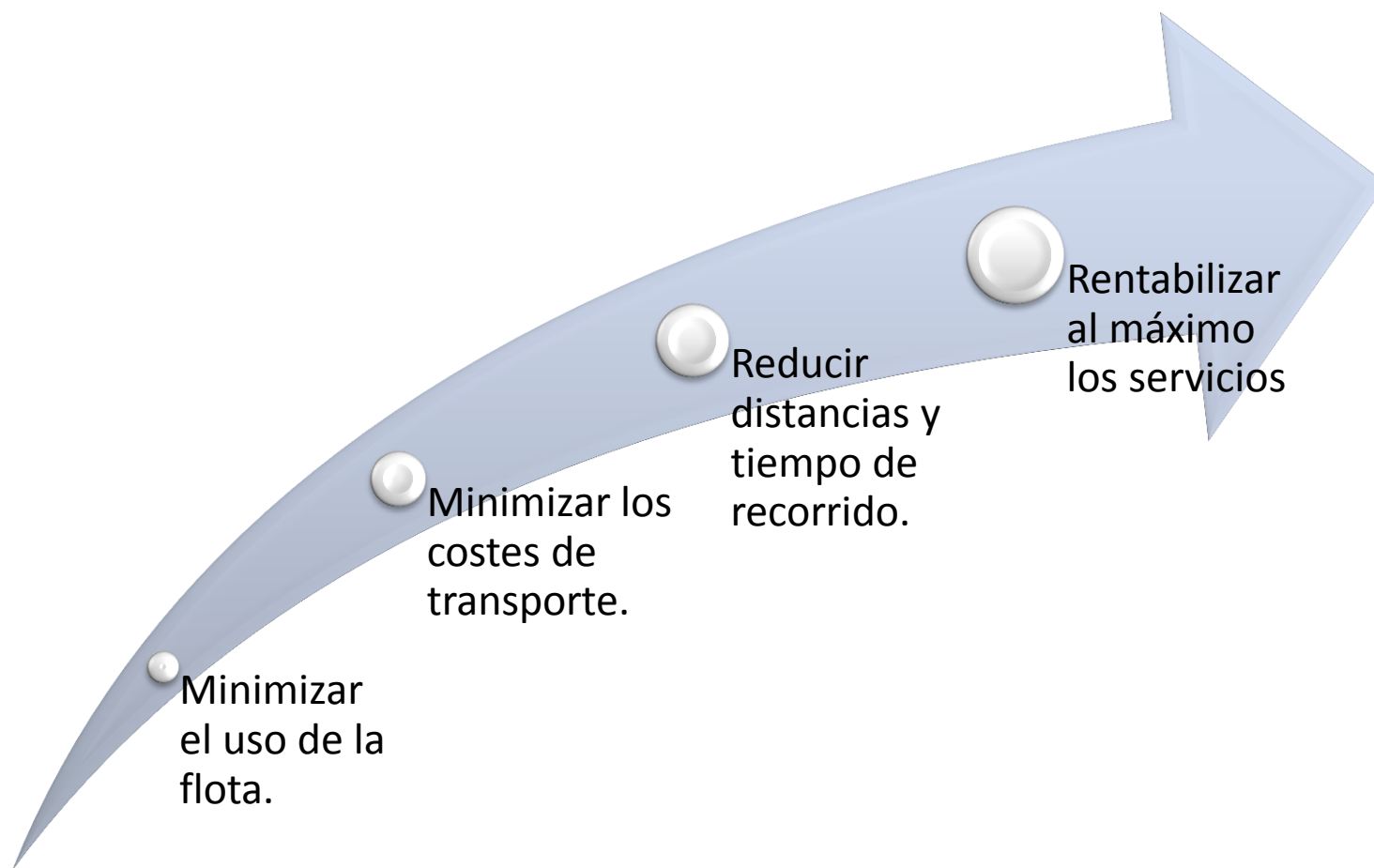
CONCEPTOS BÁSICOS DE GESTIÓN DE RUTAS



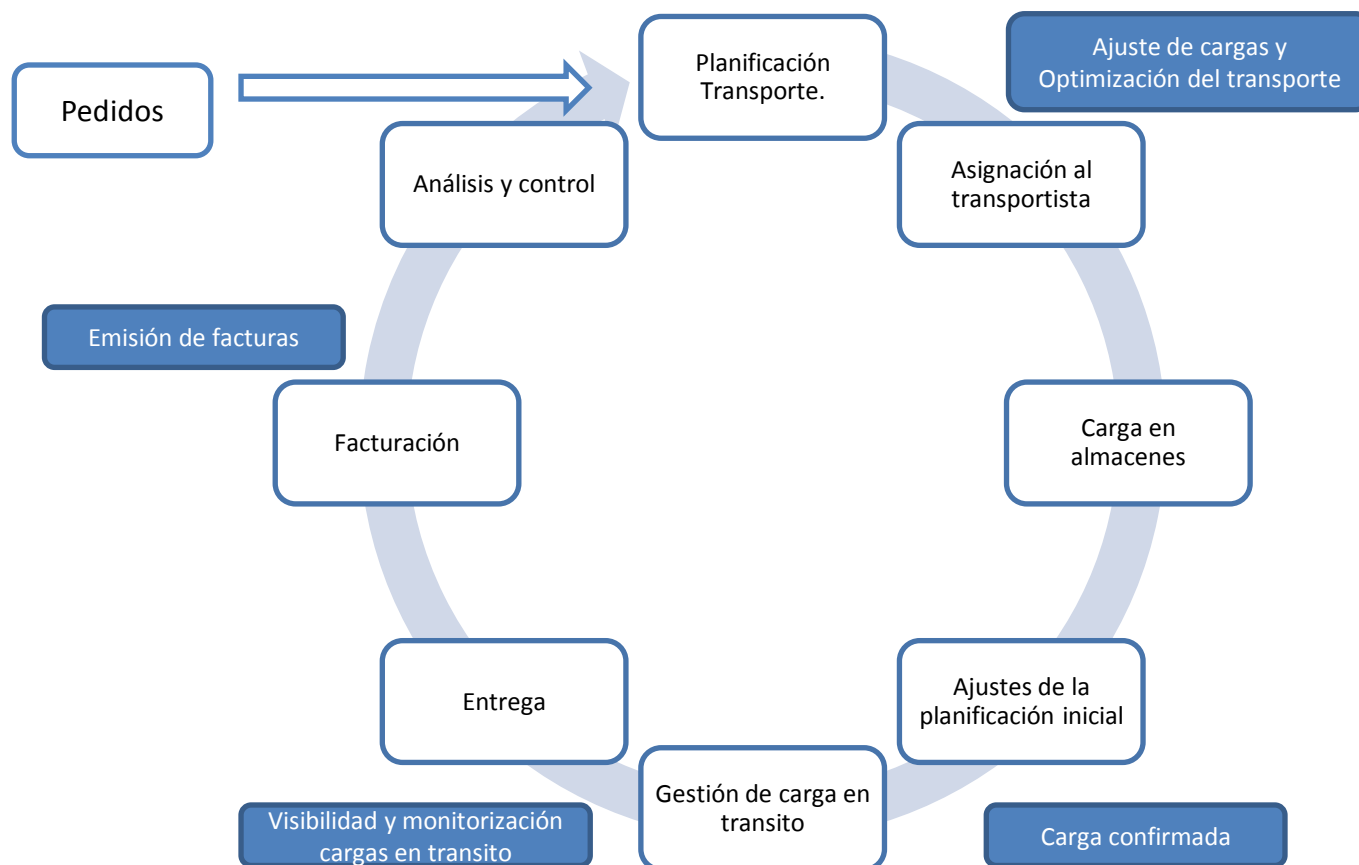


Itinerarios o recorridos que debe realizar un vehículo, para atender las necesidades de entrega o recogida de todos los clientes que tiene asignados en una jornada de trabajo.

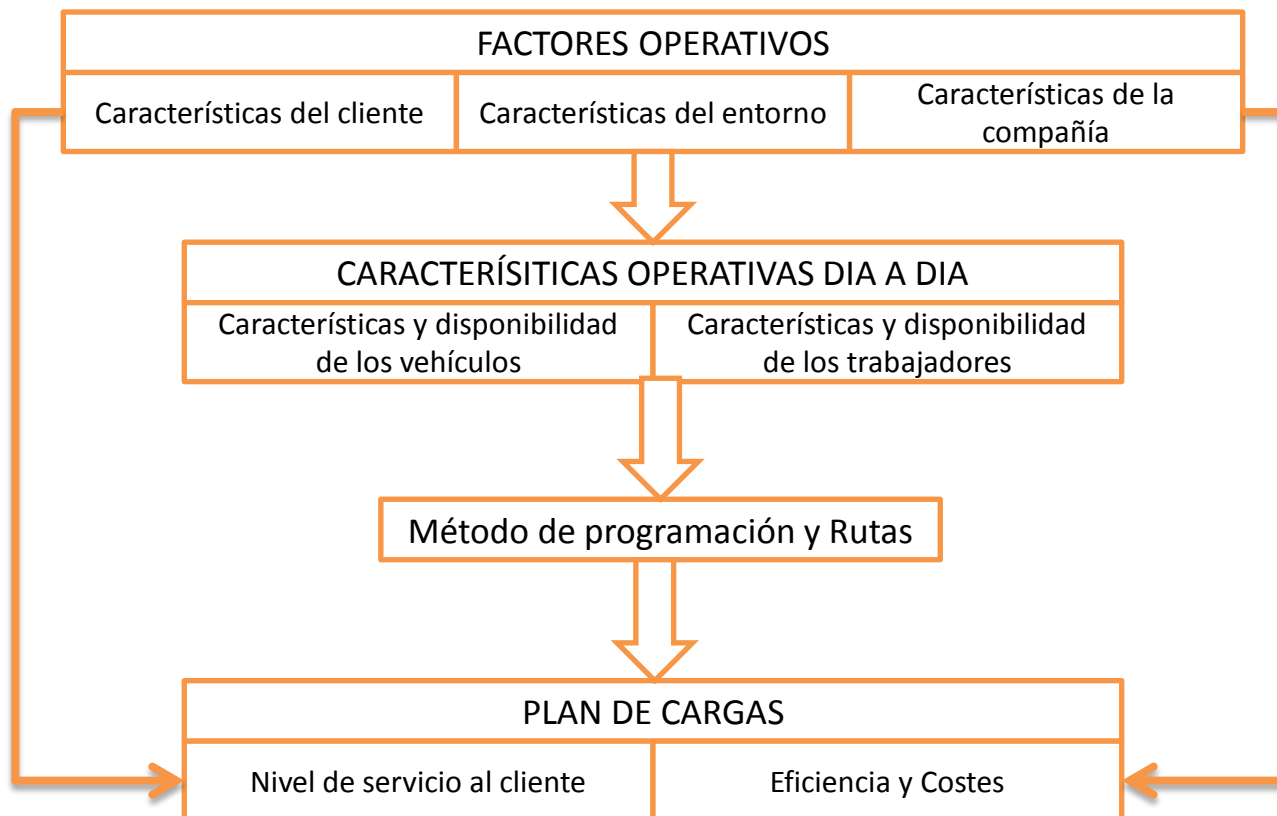




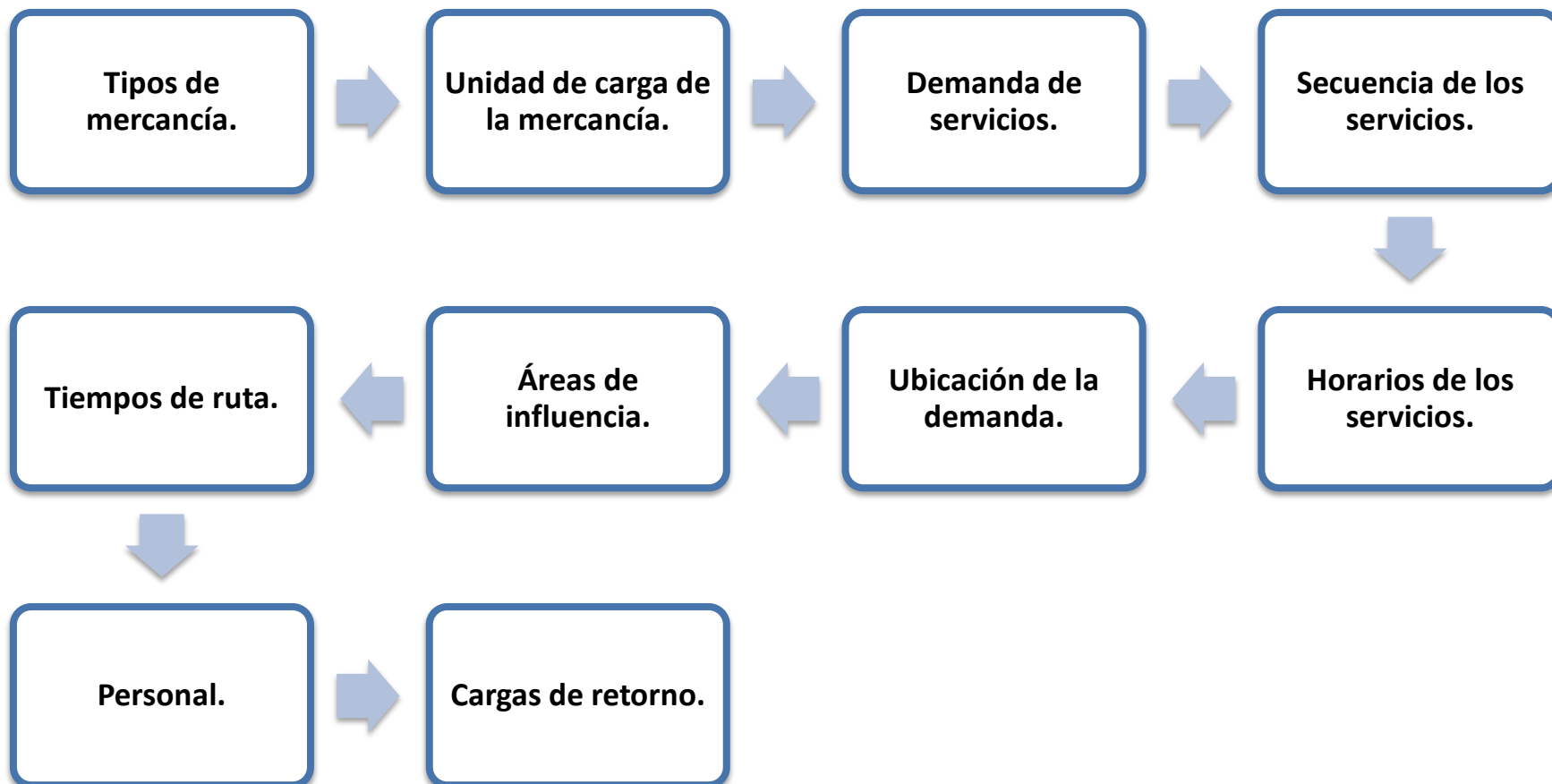
- ✚ Maximizar la carga útil.
- ✚ Maximizar la utilización del vehículo.
- ✚ Minimizar la distancia.
- ✚ Minimizar el tiempo de espera.
- ✚ Incluir requerimientos del cliente.
- ✚ Considerar requerimientos legales



- ✚ **Tecnología de Planificación y Apoyo a la Decisión** para la planificación y operación de recursos de transporte.
- ✚ **Tecnologías para la integración de los sistemas logísticos** con la información disponible sobre tráfico y movilidad.
- ✚ **Tecnologías para el intercambio de mensajes y racionalización de los flujos de información** entre los diferentes agentes de la transacción comercial.



- ✚ La naturaleza, el tamaño de producto y de la carga.
- ✚ Localización y naturaleza de los clientes.
- ✚ Tipos de vehículos.
- ✚ Servicio de Entrega requerido
- ✚ Requerimientos legales (locales, autonómicos...)



- ✚ **Las características físicas de un producto**, cualquier requerimiento específico del embalaje y el tipo de unidad de carga, son factores muy importantes al intentar minimizar los costes totales para niveles de servicio dado.
- ✚ Ciertas características de los productos tienen un **impacto directo en el diseño y operación de un sistema de distribución**. Este impacto puede afectar tanto al coste como a la propia estructura del producto.
- ✚ Estas características son fundamentalmente:
 - El ratio volumen/peso
 - El ratio valor/peso
 - Grado de Sustitución

La densidad de un producto tiene una gran implicación en los costes logísticos totales.

- Una densidad elevada (libros, metales) generalmente implica un uso eficiente de los elementos de transporte y almacén. Este tipo de productos tiende a utilizar toda la capacidad, tanto volumétrica como de peso, de los sistemas de transporte. Los sistemas de almacén deben ser más robustos, pero a la vez su coste asociado repercute sobre el producto y no sobre la propia instalación.

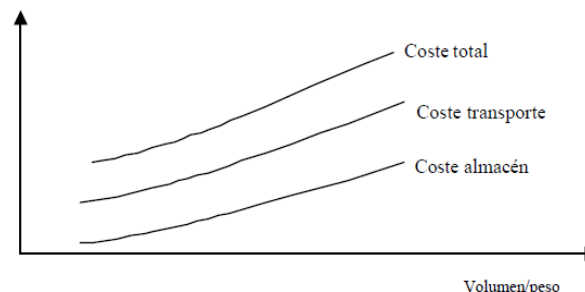


Figura 4. La relación entre los costes y la densidad del producto

- A la inversa los productos de densidad baja (alta relación volumen/peso) son muy ineficientes en cuanto a coste de distribución. Por ejemplo al cargar un camión con productos de bollería este irá vacío en cuanto peso se refiere, pero consumiendo el mismo recurso que si trasladáramos la harina para hacer muchos camiones de bollería.

- Los productos con alto valor tienen una mayor capacidad de absorber los costes de distribución, y al revés el bajo valor de un determinado producto hace que los costes de distribución sean muy relevantes. Esto implica generalmente que los productos de alto valor se produzcan de modo centralizado y los de bajo valor se produzcan de modo descentralizado.
- Es interesante analizar el **efecto de los costes frente al ratio valor/peso**. Productos con un ratio valor/peso bajo (arena por ejemplo) tienen unos costes relativos de transporte elevados frente al transporte de productos con ratio valor/peso alto (como por ejemplo ordenadores). A la inversa actúan los costes de almacén, dado que el almacenamiento de productos baratos es barato.
- Esta relación tiene efectos inmediatos en decisiones como la cercanía ante el punto de venta y el punto de embalaje.

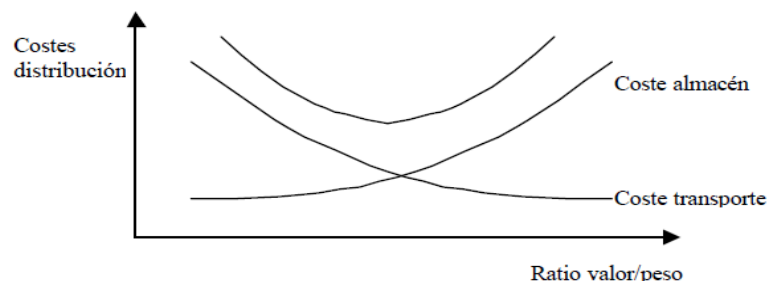


Figura 5. La relación entre los costes y el ratio valor/peso

- ✚ La posibilidad de sustitución. El grado en que un producto puede ser sustituido por otro puede afectar también a la selección del sistema de distribución. Productos como los alimentos básicos de sustitución elevada (si no hay una marca de arroz compro otra) obligan a tener grandes cantidades de stock (almacén caro) o sistemas de distribución muy eficientes (transporte caro).
- ✚ Características especiales. Las características especiales o de riesgo de los productos afectarán también al diseño y la gestión del sistema de distribución. Algunos ejemplos son los siguientes:
 - Materiales Peligrosos
 - Productos frágiles
 - Bienes perecederos
 - Productos refrigerados o congelados
 - Productos de muy elevado valor

- *Volumen*: (Pequeño, Mediano, Grande, De alguna dimensión diferente a las otras dos)
- *Peso*: (<100 g, <5 kg, <25 kg, <1000 kg, muy pesado)
- *Forma*: Regular, Encajable, Irregular
- *Cantidad de unidades de consumo por unidad de carga*: Carga unitaria, hasta 10 unidades por carga, hasta 100, más de 200
- *Fragilidad*: Robusto, Frágil
- *Necesidad de Almacenamiento*: Refrigerado, Congelado, Inflamable, Normal
- *Orden de Flujo*: FIFO, Por orden de caducidad, Sin orden
- *Frecuencia de manejo*: Baja rotación, alta rotación
- *Tamaño de los pedidos*: Poca cantidad de dicha referencia, mucha cantidad.
- *Capacidad de apilado*: Con / Sin capacidad de apilado.

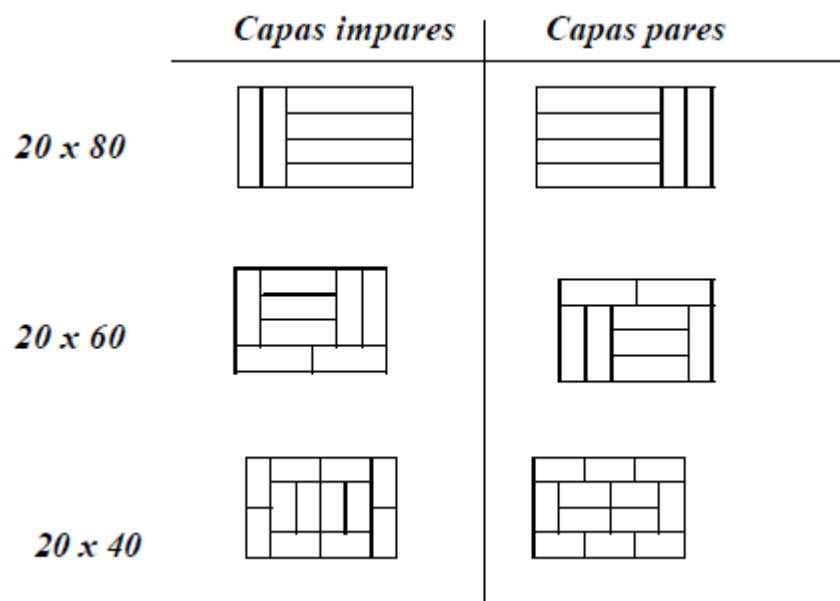
“Conjunto de productos de pequeñas dimensiones que deben ser agrupados con el fin de facilitar su manejo”.

- ✚ Las mas conocidas son bidones, las cajas, los contenedores, las paletas.
- ✚ La selección y definición de la Unidad de Carga más adecuada tiene una más que evidente relación con los costes logísticos generales de una empresa.
- ✚ Que la Unidad de Carga sea única y homogénea permitirá simplificar los sistemas de almacenamiento y por tanto maximizar el espacio utilizado.
- ✚ Su correcto diseño reducirá los costes de No-Calidad asociados a roturas y desperfectos ocasionados por caídas y/o aplastamientos.
- ✚ El uso de elementos auxiliares estandarizados permitirá unos equipamientos estándar y por tanto más barato.
- ✚ Además, como se verá, la disposición de los productos en la Unidad de Carga permitirá un uso adecuado del volumen y favorecerá la estabilidad de la misma.
- ✚ Los costes asociados a la carga y la descarga, así como a la correcta utilización volumétrica del medio de transporte, están directamente influenciadas por la Unidad de Carga seleccionada.

- ✚ **La Resistencia.** Capacidad de soportar su peso o el de otras unidades de carga. Si es posible apilar la Unidad de Carga en se puede optimizar el nivel de llenado del vehículo. Si la propia mercancía no es suficientemente resistente existen elementos auxiliares (las cajas-paleta, las paletas con pilares...) que pueden dotar a la unidad de carga de esa característica.

- ✚ **La Estabilidad.** La estabilidad es un factor importante en el movimiento de los productos. Tres son los medios básicos para conseguir una buena estabilidad:
 - Correcta configuración de la unidad de carga.
 - Retractilado.
 - Flejado

- La correcta configuración de la unidad de carga permitirá que esta sea intrínsecamente estable. Un método elemental es hacer diferentes las capas pares de las impares. También se puede mejorar la estabilidad mediante placas de cartón (o capa) entre placa y placa. Ejemplo de Diseño de capas pares e impares en euro-paletas de 1200x800



- ✚ El retractilado consiste en envolver mediante películas de plástico que abrazan la mayor parte de la superficie de las cargas de forma regular, permitiendo un ajuste perfecto de la película.
- ✚ El flejado es el sistema más simple, consiste en colocar cinchas o bandas de goma, de Nylon, o de otros materiales, con resistencia a la cizalladura pero con un cierto grado de elasticidad. En el caso de utilizar algún sistema de flejado hay que evitar que este dañe el producto. Este indeseado efecto se puede conseguir mediante la colocación de trozos de cartón donde el fleje cambia de dirección.
- ✚ Por último hay que destacar la importancia de acondicionar los bultos internamente con objeto de garantizar la estabilidad de cada uno de ellos en su interior. Existen diferentes mecanismos que van desde el tradicional de utilizar el papel arrugado, o virutas de madera, hasta el más elaborado de las piezas de corcho blanco o el uso de materiales expansibles como el poliuretano.



Ficha logística RAL

DATOS DE LAS EMPRESAS CLIENTE Y PROVEEDOR	
CLIENTE	PROVEEDOR
RAZÓN SOCIAL:	RAZÓN SOCIAL:
DOMICILIO SOCIAL:	DOMICILIO SOCIAL:
TEL.:	TEL.:
FAX:	FAX:

INFORMACIÓN DE CENTROS LOGÍSTICOS	
CENTRO LOGÍSTICO CLIENTE Nº:	CENTRO LOGÍSTICO PROVEEDOR Nº:
DIRECCIÓN:	DIRECCIÓN:
PERSONAS DE CONTACTO:	PERSONAS DE CONTACTO:
TEL.:	TEL.:
FAX:	FAX:

INFORMACIÓN DE ENTREGAS	
RECEPTOR / CLIENTE	PROVEEDOR
DÍAS DE RECEPCIÓN	PLAZOS DE ENTREGA MÍNIMOS:
<input checked="" type="checkbox"/> HORARIO DE RECEPCIÓN	
PETICIÓN / CONFIRMACIÓN HORA PREVIA DESCARGA A RECEPTOR / CLIENTE	PETICIÓN / CONFIRMACIÓN PREVIA DE ENTREGA DE PROVEEDOR
SI NO (Marcar con círculo)	SI NO (Marcar con círculo)

ESTIPULACIONES E INFORMACIÓN TÉCNICO - ADMINISTRATIVA	
ESTIPULACIONES	INFORMACIÓN
MODALIDAD DE ENTREGA	<input checked="" type="checkbox"/> PARQUE DE PALETAS
ENTREGA SOBRE CAMIÓN	POOL DE PALETAS
ENTREGA SOBRE MUELLE	PALETAS INTERCAMBIABLES
	OTROS
DESCARGA POR CUENTA DE	<input checked="" type="checkbox"/> MATERIAL CONSIGNADO
CLIENTE	
PROVEEDOR	
	OTRA INFORMACIÓN
ACUERDOS ENTRE CLIENTE Y PROVEEDOR SOBRE INCIDENCIAS EN LAS ENTREGAS	LIMITACIONES EN TIPO DE VEHÍCULOS
	INFORMACIÓN TÉCNICA DE LA MERCANCÍA
ACUERDO SOBRE LA RETIRADA DE MERCANCÍAS CON DEFICIENCIAS DETECTADAS EN EL MOMENTO DE LA ENTREGA	TEMPERATURA CONTROLADA O DE CONGELACIÓN
	SISTEMA DE MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA EN LA RECEPCIÓN
ACUERDO SOBRE LA RETIRADA DE MERCANCÍAS DETECTADAS POSTERIORMENTE A LA ENTREGA	DIFERENCIAS ENTRE LA FECHA DE CONSUMIR PREFERENTEMENTE Y LA FECHA DE RECEPCIÓN

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

- ✚ Lugar físico de las instalaciones del Cliente donde se realiza la Entrega - Recepción de las mercancías.
- ✚ Personas de contactos :Cargos responsables del Cliente y Proveedor que atienden consultas y aspectos relacionados con las operaciones de la Entrega-Recepción.

INFORMACIÓN DE ENTREGAS

- ✚ Días de recepción: Días de la semana que dispone el Cliente para que el Proveedor pueda efectuar la Entrega de la mercancía correspondiente a un pedido.
- ✚ Horarios de recepción: Horario disponible del Cliente para que el proveedor pueda efectuar la Entrega de la mercancía correspondiente a un pedido.
- ✚ Plazo de entrega mínimo: Periodo de tiempo mínimo que transcurre desde el instante en el que se acuerda un pedido hasta el instante en el que la mercancía del pedido estará disponible en las instalaciones del Cliente.

- ✚ PLAZOS DE ENTREGA.- Debe fijarse en el pedido la fecha concreta de la entrega. Si procede deberán confirmarlo las partes con la suficiente antelación al acto de entrega. Se recomienda establecer programas de recogidas regulares de envíos.
- ✚ HORARIOS DE DESCARGA.- Se recomienda acordar entre receptor y cargador una hora de entrega. Se recomienda ampliar los horarios de recepción por parte del cliente, así como la adecuación a estos de los horarios de servicios o reparto por parte del proveedor, con el fin de evitar las ineficiencias en las operaciones de entrega y recepción, producidas por la excesiva concentración horaria para realizar dichas entregas.
- ✚ COMUNICACIÓN ENTRE CLIENTE Y PROVEEDOR.- Se recomienda ampliar y agilizar el sistema de comunicación entre clientes y proveedores, con el fin de conseguir por ambas partes una mayor coordinación en las actividades generales y promocionales.
- ✚ TURNOS DE DESCARGA.- En el caso de no existir hora convenida de descarga, se asignará un turno de descarga en función de la hora de llegada del vehículo al recinto de recepción. El vehículo una vez dentro del recinto se desplazará por los distintos puntos de descarga sin necesidad de guardar nuevos turnos de descarga.

ESTIPULACIONES E INFORMACIÓN TÉCNICO - ADMINISTRATIVA

- ✚ Descarga por cuenta del cliente :Descarga que corre a cargo del Cliente.
- ✚ Descarga por cuenta del proveedor: Descarga que corre a cargo del Proveedor.
- ✚ Pool de paletas: Parque de paletas utilizado por la cadena logística y gestionado por empresas privadas especializadas.
- ✚ Material consignado: Cualquier material que acompaña o forma parte del producto motivo de la transacción, que es recuperable por el proveedor para posteriores transacciones.
- ✚ Limitaciones en tipo de vehículos: Son aquellos condicionantes de cualquier tipo que limitan la utilización de vehículos de transporte estándares.
- ✚ Información técnica de la mercancía Información que describe aspectos técnicos necesarios de la presentación del producto relacionados con el transporte y almacenamiento del mismo.



Servicio de entrega requerido



ENTREGAS PALETIZADAS, PARQUE DE PALETAS Y ESPECIFICACIONES DE USO.-

- ✚ Altura máxima del pallet / contenedor.
- ✚ La mercancía debe estar empaquetada y paletizada de forma que pueda almacenarse en los sistemas de almacenaje del cliente/s.
- ✚ Trabajar con pool de paletas
- ✚ Siempre que se pueda comprar por módulos que se ajusten a la unidad de transporte, o a múltiplos o submúltiplos de la misma

INCIDENCIAS EN LAS ENTREGAS

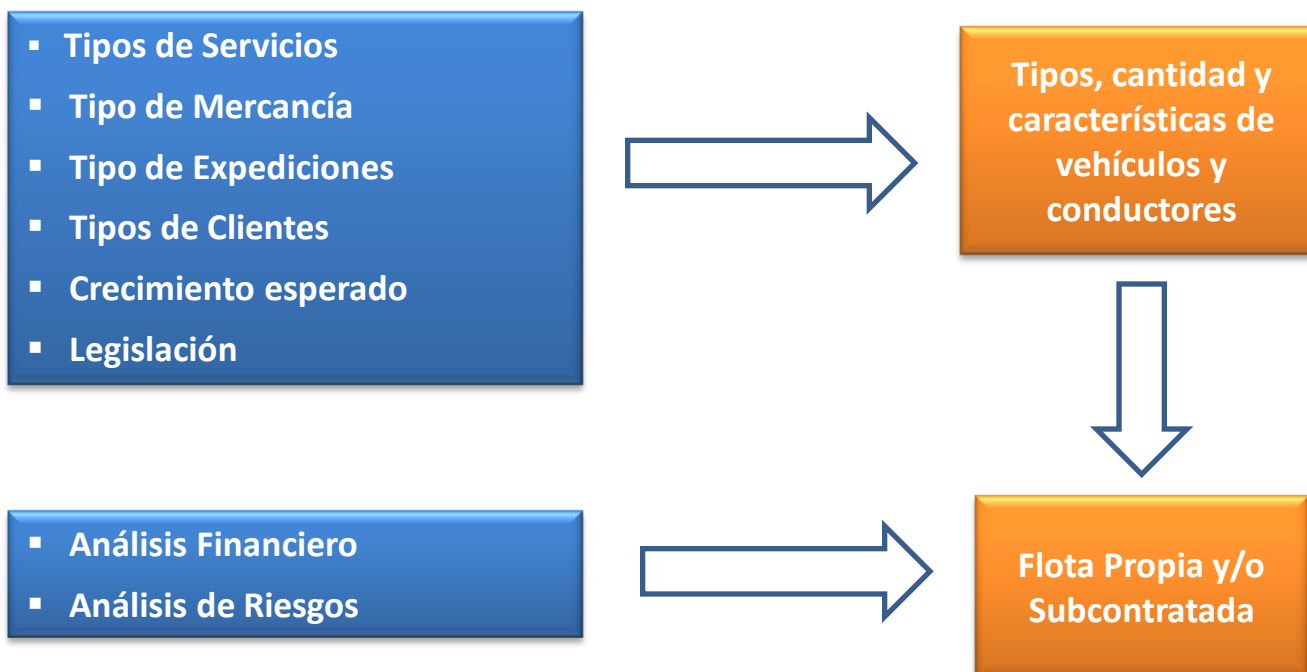
- ✚ Las deficiencias de las mercancías observadas en la recepción deberán indicarse en el albarán de entrega, recabándose la firma del transportista en todas las copias del documento de entrega.
- ✚ Se realizará la descarga y el tratamiento de la mercancía en mal estado en función de los acuerdos reflejados sobre esta materia en la ficha logística.

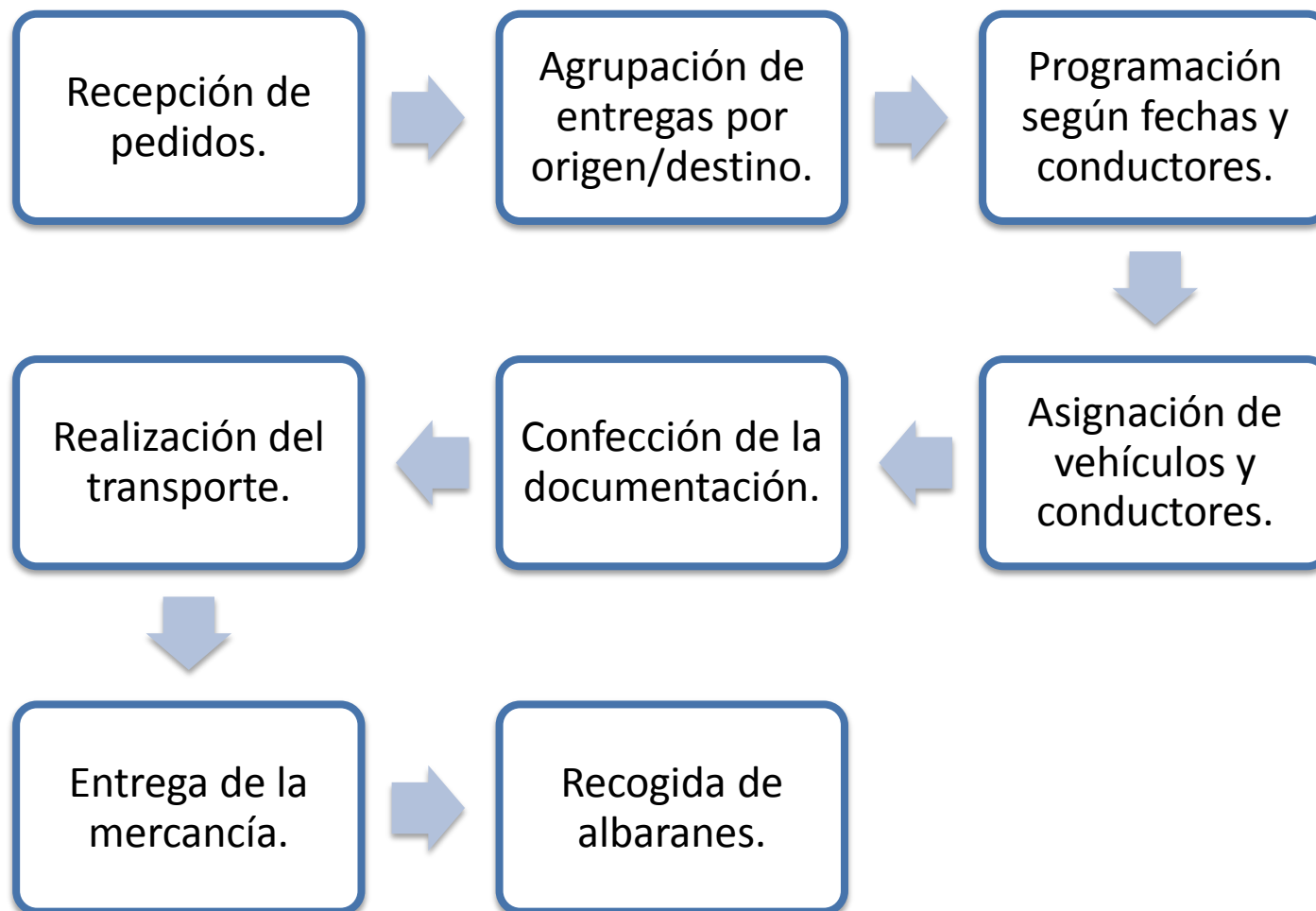
PRODUCTOS CON TEMPERATURA CONTROLADA.- La temperatura controlada o de congelación para la conservación de productos debe indicarse en la ficha logística.

FECHAS DE CONSUMO.- La diferencia de tiempo entre la fecha de consumo preferente y/o fecha de caducidad y la fecha de recepción se acordará entre clientes y proveedores, y se reflejará en la ficha logística.

DEVOLUCIÓN DE MERCANCÍAS.- La recepción de mercancía no debe estar condicionada por la retirada de otra mercancía pendiente de recogida. Las condiciones de las retiradas de estas mercancías se recogerán en la ficha logística.

- ✚ FICHA DE PRODUCTO .Debe potenciarse la transmisión y empleo de las fichas de productos y su actualización permanente. El proveedor debe comunicar con la suficiente antelación al cliente cualquier cambio que afecte a la ficha de producto .
- ✚ COMPROBACIÓN DE LAS MERCANCÍAS ENTREGADAS.- Se recomienda la utilización de códigos de barra o etiquetas RFID para evitar las incidencias entre lo entregado y lo solicitado.
- ✚ EL ALBARÁN DE ENTREGA.- Los albaranes de entrega deben contener todos los datos necesarios para la cadena total de suministro. En todos los casos la documentación de la entrega debe entregarse en mano junto con el albarán del proveedor.
- ✚ CONFORMIDAD A LA RECEPCIÓN.- El Receptor dará conformidad a la Recepción de mercancía mediante la aplicación de un sello con firma y fecha sobre el albarán en el cual se podrá hacer constar el texto "Conforme salvo examen de contenido".
- ✚ DATOS Y CONFIRMACIÓN DEL RECHAZO DE MERCANCÍAS.- En caso de rechazo de mercancía por parte del cliente, este aplicará un sello identificativo de rechazo en el albarán de entrega, incluyendo el nombre del centro, la fecha, motivo del rechazo, y nombre y firma de la persona responsable de la recepción.
- ✚ CONTROL DEL TIEMPO DE RECEPCIÓN.- El receptor de la mercancía indicará en el albarán de entrega la información de la hora de entrada acordada por el cliente, hora de llegada y hora de salida.










- ✚ **Fijas.-** Rutas estandarizadas y permanentes, es decir, no sujetas a cambios. Se caracterizan por tener puntos de recogida y entrega fijos continuos o fijos discontinuos durante un periodo de tiempo.
 - Cada cliente tiene asignado espacio en el vehículo, y a su vez están asignados flota y conductores.
 - Se dispone con tiempo de la información para una adecuada planificación.
 - Son circuitos cerrados, existen problemas estacionales, hay exclusividad del vehículo a la ruta
- ✚ **Dinámicas.-** Rutas que atienden las necesidades del transporte cambiante de los clientes, necesitan una planificación desde el departamento de tráfico.
 - Mayor aprovechamiento del vehículo personal y tiempos.
 - Mayores distancias recorridas.
 - Se produce reprogramación constante de la ruta.
 - Se necesita personal y sistemas de información adecuados.








- ✚ Flota por cuenta propia.
 - Incidencia del ámbito de actuación.
 - Capacidad de ajuste de las rutas de vehículos en función de necesidades.
 - Importancia de personas de planificación y sistemas de información.
- ✚ Flota por cuenta ajena.
 - Flota vinculada.- Criterios de planificación similares a flota propia
 - Flota subcontratada.-
 - Planificación esta en manos de la empresa subcontratada.
 - Necesidad de sistemas para seguimiento del vehículo

Planificador de rutas debe estar muy pendiente, pues cualquier variación en las mismas puede significar que todo el trabajo realizado en la planificación de las rutas pierda gran parte de su validez:

-  Densidad del tráfico
-  Fecha realización de la entrega o recogida en clientes.
-  Ventanas de tiempos.
-  Tareas a realizar en el cliente.
-  Situación de los recursos necesarios.



Hoja de ruta

-  Población, o punto de salida
-  Hora de salida.
-  Población o punto de llegada
-  Hora de llegada.
-  Kilómetros a recorrer.
-  Tareas a realizar en el cliente.
-  Tiempo de trabajo del equipo operativo en el cliente.

- ✚ El transporte de distribución ha evolucionado mucho en los últimos años.
- ✚ La evolución implica **incremento de la complejidad de la operaciones de transporte y distribución** lo que, unido a factores tales como la necesidad de **reducir los costes de producción**, el constante **incremento de los precios del transporte** o el aumento de los niveles de exigencia en las relaciones cliente-proveedor, han situado a la **gestión logística como un elemento clave dentro de la estrategia de las empresas**.

En este escenario, la capacidad de las empresas para **optimizar sus rutas de transporte** y distribución aparece como un **elemento clave de la gestión logística**; sin embargo, no todas las empresas abordan este problema de manera adecuada y sistemática.

Las claves necesarias para tratar de manera eficiente este tipo de proyecto por parte de las empresas, conlleva:

- ✚ Analizar los **factores más relevantes a la hora de abordar un problema de optimización** - tanto en lo que se refiere a las **variables de interés** como en la metodología de **análisis** de las mismas.
- ✚ Profundizar sobre las **herramientas y métodos más vanguardistas** aplicados hoy en día en esta materia, ofreciendo al lector las **claves necesarias** para asegurar la **elección de la mejor solución** teniendo en cuenta las características particulares de su proceso logístico.

Actualmente cualquier organización es consciente que **no basta con tener productos de calidad y óptimos en cuanto a su coste de producción**, sino que además es **necesario** que los **Clientes puedan acceder a ellos en cualquier lugar y situación posible**, y todo ello a un **coste razonable**.

Pero ¿cómo hacerlo cuando el entorno exige la **deslocalización de la producción**, el **número de referencias es muy elevado** o los **niveles de exigencia** vinculados **condiciones de transporte** cada vez son más restrictivos?.

En general podría entenderse por optimización de rutas todas aquellas acciones que contribuyan a la mejora de la función de distribución, bien sea en términos de nivel de servicio, mejora de la calidad, reducción de costes, etc. Pero ¿de qué tipo de decisiones estamos hablando?, ¿a qué nivel se tiene que tomar?

A la hora de decidir quién, cómo y cuándo transportar los productos las organizaciones se enfrentan a **tres niveles de decisión** complementarios:

- ✚ **ESTRATEGICO.** En este nivel se engloban todas aquellas decisiones que **afectan a la manera de planificar y ejecutar un sistema completo de distribución, y por tanto asientan** las bases sobre las que se desarrolla toda la operativa. Optar por un modelo de transporte propio o subcontratado o definir el modelo de distribución son algunas de las decisiones que cabrían en este nivel.
- ✚ **TÁCTICO.** Aquí se situarían todas las decisiones directamente **vinculadas al ajuste operativo** diseñado en el nivel anterior. Por ejemplo, la definición de una nueva ruta o la distribución de un nuevo producto podrían ser factores correspondientes a este nivel de decisión.
- ✚ **OPERATIVO.** Por simplificar el concepto, podríamos decir que en este nivel se encajan las **decisiones del “día a día”**; así, ejemplos de este tipo de decisiones serían aspectos como qué proveedor realiza una carga concreta, cuál es el recorrido óptimo del siguiente transporte, qué tipo de vehículo realizará una entrega concreta, etc. En cualquier caso cabría destacar que contra más ajustados estén los niveles anteriores, la toma de decisiones a este nivel estará menos sujeta a la precipitación y por tanto a la toma de decisiones erróneas.

- La **optimización de rutas** es un concepto que **toca necesariamente los tres niveles** de decisión, si bien, habitualmente adquiere mayor importancia **en las decisiones de carácter más táctico y operacional**, esto es, en el momento de optimizar modelos ya existentes o adaptarlos ante la necesidad de incorporar nuevos productos o Clientes en los flujos de distribución ya implantados.







La clave para abordar un problema de optimización de rutas está en comprender que la forma de afrontarlo depende de las particularidades de cada organización y, por tanto, no existen soluciones globales capaces de resolver todos los modelos de distribución existentes.

No obstante, con independencia de la afirmación anterior, existen varios aspectos que resultan críticos:












- ✚ **Definir** claramente el **objetivo de la optimización**: es decir, definir claramente el alcance del problema que se quiere resolver y las variables más críticas a la hora de medir el éxito de la optimización (nivel de servicio, coste, etc.)
- ✚ **Delimitar claramente el servicio actual** en términos de características del producto, características de las rutas y características de la organización (procesos y medios con los que cuenta)
- ✚ **Establecer el tipo de resultado deseado** para el proyecto, entendiendo como tal, si se busca un sistema que permita controlar numerosas rutas aun a costa de perder flexibilidad o, por el contrario, un sistema más flexible con un alcance más acotado.

Una vez analizadas todas estas cuestiones se estará en disposición de abordar el proyecto; el alcance del mismo y la complejidad determinarán la manera de afrontarlo.

Algunas cuestiones imprescindibles de la fase de Definición serían:

-  *¿Se desea elevar el nivel de servicio, aumentar la fiabilidad (cumplimiento de SLAs o reducir el coste de las rutas?*
-  *Si los objetivos son múltiples: ¿cuáles son los objetivos prioritarios?*
-  *¿Qué restricciones pueden existir en el modelo?*
-  *¿A qué otras rutas afectarían modificaciones en la ruta objetivo?*

Algunas cuestiones imprescindibles a la hora de delimitar el servicio serían, por ejemplo:

-  *¿Es una distribución capilar o una distribución para rutas de larga distancia?*
-  *¿Con qué tipo de flota es posible contar: propia, ajena, exclusiva dedicada? ¿Cuál es el coste de cada una de los tipos de flota?*
-  *¿Qué restricciones existen en el tipo de vehículos a utilizar?.*
-  *¿Qué restricciones en horarios/días/lugares de entrega existen?*
-  *¿Hay que aprovechar los viajes de retorno?. ¿Qué alternativas existen?*
-  *¿Cuál es el volumen y el peso de la mercancía a transportar?*
-  *¿Hay restricciones legales de conducción (tacógrafos) para los conductores?*
-  *¿Cuál es el calendario de mantenimiento preventivo de los vehículos?*
-  *¿Cuáles son las prioridades de entrega?*
-  *¿Hay rutas preferentes de larga distancia para los conductores (pe: proximidad de residencia)?.*
-  *¿Tengo sistemas automáticos de recogida de información?*

Algunas cuestiones imprescindibles a la hora de establecer el tipo de resultados serían:

- ¿Es necesario un modelo de ejecución continua o discreta?*
- ¿Debería ser automático o manual?*
- ¿Extensible al conjunto de rutas o acotado a rutas con determinadas características?*
- ¿Integrado en sus input o sus output con el resto de los sistemas de la organización?*
- ¿Qué tipo de información es necesario obtener como salida del proceso?*



03



HERRAMIENTAS

El transporte, ha sufrido durante los últimos años una transformación progresiva directamente vinculada al incremento desmesurado de las transacciones comerciales que ha obligado a una adaptación constante de los distintos operadores de la cadena de suministro.




Esta transformación a la que se hacía referencia se sustenta sobre dos grandes pilares:

-  Creciente **integración** de las **cadena**s **logísticas**.
-  Creciente atención a la **intermodalidad** y **multimodalidad** en la cadena de distribución.

En este escenario las tecnologías de comunicación y la informática han estado utilizándose durante años con éxito, permitiendo el desarrollo de la gestión del transporte de mercancías.

Sin embargo, su creciente desarrollo bajo el paraguas global de las ITS (Sistemas Inteligentes de Transporte) ha permitido amoldar de manera más eficiente las operaciones de transporte que, en entornos de intermodalidad, resultan cada día más complejas de gestionar.

El término ITS (Sistemas Inteligentes de Transporte) cubre un amplio grupo de tecnologías con múltiples aplicaciones, algunas ya muy presentes en el sector :

-  Control del tráfico de mercancías.
-  Gestión de vehículos en ruta.
-  Gestión integral de los flujos de transporte.

- ✚ Los **Sistemas de Información Geográfica**.
- ✚ Los **Sistemas de localización Geográfica** (por ejemplo el GPS)
- ✚ Las **aplicaciones informáticas capaces de calcular modelos matemáticos de optimización de rutas** en base a una serie de restricciones intrínsecas al proceso logístico (disponibilidad de flota, localización geográfica de los puntos de distribución y entrega, franjas horarias de carga, recepción y entrega, costes variables de distribución, etc). ,

Actualmente estas tecnologías tienden a integrarse en soluciones globales que han dado lugar a gran multitud de programas informáticos que ofrecen a las empresas la posibilidad de gestionar con mayor eficiencia y eficacia sus operaciones de transporte.

- ✚ Actualmente **el reto parece estar en la elección de una herramienta adecuada** entre el vasto universo de aplicaciones disponibles, capaz de aportar una solución de calidad dentro de un tiempo de cálculo razonable, teniendo presente que un problema de transporte determinado presenta múltiples escenarios posibles, y manejando un modelo económico adecuado a las variables y restricciones reales.
- ✚ Responder a esta pregunta “**¿Qué herramienta será la más adecuada para optimizar las rutas de transporte de mi empresa?**” pasa necesariamente por conocer en detalle **qué variables deben manejar los algoritmos de cálculo** empleados en el software que tratará de solventar el problema en base a las circunstancias particulares del modelo logístico de la organización; a continuación se tratarán de aportar las “**claves**” **necesarias para identificar dichas variables**.

Un problema general de optimización podría ajustarse a las siguientes condiciones de partida:

- ✚ **No es posible establecer una red de transporte fija y permanente** entre todos los destinos de la empresa y, por tanto, es necesario disponer de *centros de intermediación*.
- ✚ Las **expediciones o pedidos son transportados por tramos** (trayectos sin delegaciones intermedias) en uno o más vehículos, de forma que un mismo vehículo puede llevar distintas expediciones.
- ✚ **Generalmente se dispone de un número determinado de plazas o delegaciones de la agencia de transporte**, que pueden actuar como origen, destino o centros de intermediación, conectadas por una red viaria de carreteras; estas plazas habitualmente **presentan distintos turnos u horarios de trabajo**, limitando el horario de atención a los distintos vehículos de transporte.
- ✚ Cada expedición cuenta con su **peso y volumen** correspondiente así como con un **plazo de entrega** que deberá cumplirse.

En este escenario el problema que se plantea consiste en transportar, con el mínimo coste, las expediciones a sus respectivos destinos empleando todos los vehículos necesarios (vehículos que pueden pertenecer a distintas tipologías, cada uno de ellos con distintas características en cuanto a peso y capacidades máximas y con costes variables –en función del número de Km recorridos- y de contratación diferentes).

El objetivo general del algoritmo empleado debería ser la **determinación y planificación de las rutas de menor coste**, seleccionando el modo de transporte más adecuado en función de las características de las expediciones.

- ✚ **Plaza origen y destino**, que indican, respectivamente, la plaza de partida y de destino de la expedición.
- ✚ **Tipo de carga**. Cada expedición consiste en una carga de un tipo determinado. Dicho tipo de carga viene dado por las características de la propia carga, como pueden ser su **peso**, **volumen**, fragilidad, etc. En función del tipo de carga de que se trate, el tiempo y los costes de operación de carga y descarga serán diferentes.
- ✚ **Plazo de entrega**, que constituye el tiempo máximo que debe transcurrir durante el transporte de la expedición.
- ✚ **Período de repetición**. Las expediciones pueden presentar distintas periodicidades, como por ejemplo semanal, quincenal, etc. a partir del cual se repiten. Puesto que no se pueden mezclar expediciones con distintos períodos de repetición, se deberá resolver el problema para los distintos períodos, trabajando sólo con expediciones del mismo período.
- ✚ **Trayecto** que seguirá la expedición. Se define como la secuencia ordenada de delegaciones que lo constituyen; análogamente se puede determinar un trayecto por los tramos que lo forman. Por ejemplo, denominando *tramo* a la vía que une dos delegaciones adyacentes, se puede definir un trayecto como $\text{trayecto} = \{\text{tramo } 1, \text{tramo } 2, \dots, \text{tramo } n\}$. Todo trayecto contendrá, al menos, un tramo. El primer tramo tendrá como origen la delegación origen de la expedición y el último tendrá como destino el destino de la misma.

Puesto que el número total de trayectos para ir desde una delegación origen a un destino es elevado, es necesario limitar su número drásticamente. Para ello deberían generarse todos los trayectos entre cada par de delegaciones, manteniendo únicamente aquéllos cuya longitud no supere, en un determinado porcentaje, al trayecto de longitud mínima.

Transporte de **todas las expediciones consideradas** como entrada del problema, cumpliendo sus **respectivos plazos de entrega**. Además, y por el hecho de ser la solución óptima no deberá existir otra solución que transporte todas las expediciones y cumpla sus plazos de entrega, cuyo coste total sea menor.

Para minimizar el coste el algoritmo debería tener en consideración dos elementos; la **estructura del coste de transporte y las restricciones existentes** durante todo el proceso de distribución. Así, por ejemplo, sería necesario considerar:

- ✚ **Coste de contratación y uso de los vehículos**, que corresponde al coste de contratación del vehículo y al coste variable, que depende del número de Km recorridos. Estos costes podrán variar en función del tipo de vehículo.
- ✚ **Coste originado por las operaciones de intermediación**. Las operaciones de intermediación que se realizan en las delegaciones también inciden en el coste global. Estos costes son los de carga, descarga, almacenaje e incidencias y dependerán del tipo de carga y de la delegación en la que se produzcan.
- ✚ **Coste de paralización de vehículos**. Este coste es el producido cuando un vehículo llega a una delegación cuando se encuentra cerrada, debiendo esperar, por tanto, a que comience su turno de trabajo.

- ✚ **Restricciones de demanda de las expediciones.** Todas las expediciones que constituyen los datos iniciales deberán transportarse hasta sus correspondientes destinos. Esta restricción indica el objetivo a lograr, que consiste en procesar todas las expediciones.
- ✚ **Plazos de entrega de las expediciones.** Las expediciones disponen de un plazo de entrega que se debe garantizar. Este plazo de entrega se define como el tiempo máximo para transportar la expedición desde que ésta llega a su plaza origen hasta que está disponible (ya descargada de los vehículos) en su correspondiente plaza destino.
- ✚ **Restricciones de capacidad de los vehículos.** Los vehículos que se pueden utilizar para transportar las expediciones pueden ser de distintos tipos y, por tanto, presentar distintos pesos y volúmenes máximos. Estas capacidades máximas de los vehículos no pueden violarse en ningún tramo.
- ✚ **Turnos de trabajo de las delegaciones.** Las operaciones de carga y descarga efectuadas en las delegaciones deben efectuarse obligatoriamente dentro de los horarios de trabajo de dichas delegaciones.
- ✚ **Restricciones en la disponibilidad de vehículos.**

- ✚ Posibles variaciones en los costes de explotación o en las tarifas aplicadas a los Clientes pueden provocar que soluciones a priori adecuadas a problemas teóricos resulten catastróficas ante un escenario real. En este sentido todo usuario de un sistema dedicado a la optimización de rutas debería exigir que dicho software contemple no solo la minimización de los costes, sino también la maximización de los beneficios.
- ✚ En términos generales es práctica habitual que **cada cliente pueda requerir una política de precios diferenciada**. En este sentido, no tener en cuenta las características tarifarias de cada Cliente – y por ende de cada ruta - puede derivar en soluciones erróneas.
- ✚ Otra gran restricción del transporte son los **horarios de servicio impuestos por los Clientes**. En este sentido alguno de los algoritmos empleados por el software de optimización permite mejorar la calidad de las soluciones alcanzadas al flexibilizar la aplicación de estos horarios a pesar de las posibles penalizaciones económicas que aplicasen los Clientes ante incumplimientos en los horarios.

- ✚ En ocasiones un elevado coste fijo por disposición de los vehículos puede conllevar que la solución de mayor beneficio sea aquella que autorice el comienzo de nuevas rutas por parte de un mismo vehículo, siempre que lo permita su jornada laboral. Sin embargo, abordar un escenario real debe contemplar la posibilidad de incorporar vehículos de alquiler, subcontratados o la adquisición de vehículos como alternativas a la inoperatividad del transporte disponible.
- ✚ Gran parte del software disponible en ocasiones no contempla la posibilidad de **utilizar un mismo transporte para múltiples tareas** teniendo en cuenta las restricciones temporales aplicables en cada caso. Si bien es cierto que esta decisión depende en gran medida de la estructura de costes existente, contemplar la posibilidad de variar el uso del mismo transporte dentro de un intervalo de tiempo concreto y bajo ciertas restricciones debe ser una variable contemplada en un software dedicado a la optimización de rutas.

- ✚ Las herramientas de planificación de rutas tienen que ser específicas y adecuadas a cada Organización.
- ✚ Deben ayudarnos a organizar eficientemente las rutas diariamente y darnos los cuadros de mando mensuales para nuestro control.
- ✚ Esta herramienta nos debe mostrar una preasignación al reparto en función a:
 - Capacidad de los vehículos
 - Control de Pesos y Volúmenes de las expediciones.
 - Km a recorrer
 - Nº de entregas máximas a realizar en función a la ruta.
 - Zonas de reparto, como Calles, Códigos Postales, Tiendas,etc...
- ✚ Nos debe dar informes diarios, semanales, mensuales, anuales, cada organización debe marcar esta periodicidad, que nos muestren ratios para nuestro control.
- ✚ Para ello es necesario tener establecido:
 - Claves de incidencias para el control de reparto y recogida
 - Liquidación de repartidores bien sea a fijo o a variable.
 - Expediciones tasadas con portes.