



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

Facultad de Ciencias Económicas  
Departamento de Administración de Empresas

Tema

Administración de operaciones

Sub tema

Modelos de inventarios determinísticos vs modelos de transporte y sus variantes para  
toma de decisiones en estrategias del transporte

Seminario de graduación para optar al título de Licenciado en Administración de  
Empresas

Autores

Bra. Graciela Crisell Ampie Castillo  
Bra. Dayana Valeska Hernández Valenzuela  
Br. Evert Esteban Calero Pérez

Tutor

M.A.E. José Javier Bermúdez

Managua, Octubre 2022

## Índice

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento.....	iv
Valoración del docente (carta aval).....	vii
Resumen .....	viii
Introducción .....	1
Justificación .....	3
Objetivos.....	4
Capítulo uno: Introducción y planeación de logística de suministro .....	5
1.1. Logística de los negocios y la cadena de suministro. ....	5
1.1.1. La cadena de suministros .....	6
1.1.2. Mezcla de actividades de la cadena de suministro.....	7
1.1.3. Objetos de la logística de los negocios y de la cadena de suministros.....	8
1.2. Estrategia y planeación de la logística y de la cadena de suministro .....	9
1.2.1. La reducción de costo .....	9
1.2.2. La reducción de capital .....	9
1.2.3. La estrategia de mejora del servicio.....	10
1.2.4. Principales áreas de planeación .....	10
1.3. Control de la logística y la cadena de suministro .....	14
1.3.1. Control de procesos: la visibilidad y la cadena de suministro .....	14
1.3.2. Control de procesos: la superación de los retos en la gestión de la cadena de suministros .....	15
1.3.3. Control de procesos: objetivos .....	16
1.3.4. Tipos de sistema de control .....	16
1.3.5. Importancia del control de la logística y la cadena de suministro. ....	17
1.3.6. Objetivos de la logística .....	17
1.4. Procesos de logística y administración de la cadena de suministro .....	18
1.4.1. La administración de la cadena de suministros .....	18
1.4.2. Gestión de compras y proveedores.....	19

1.4.3. Gestión de la producción .....	20
1.4.4. Gestión de la distribución .....	20
1.4.5. Redes logísticas.....	21
1.4.6. Indicadores de gestión logística .....	21
1.4.7. Seguridad en la cadena de suministro .....	22
Capítulo dos: Estrategia de diseño de operaciones .....	23
2.1. Estrategias de localización .....	23
2.1.1. Importancia de la localización de las instalaciones .....	23
2.1.2. Decisiones sobre localizaciones .....	24
2.1.3. Importancia de las decisiones sobre localización de instalaciones.....	24
2.1.4. Causas de decisiones sobre localización .....	25
2.2. Estrategias de distribución de instalaciones .....	26
2.2.1. Tipos de distribución.....	26
2.2.1.1. Distribución de oficinas.....	27
2.2.1.2. Distribución de tiendas .....	28
2.2.1.3. Distribuciones de almacenes y almacenamiento .....	30
2.2.1.4. Distribución de posición fija .....	30
2.2.1.5. Distribución orientada al proceso.....	31
2.3. Estrategia de procesos .....	31
2.3.1. Decisiones principales sobre los procesos.....	32
2.3.2. Naturaleza de los procesos de servicio: contacto con el cliente .....	34
2.3.3. Patrones de decisiones para procesos .....	34
2.4. Estrategia de planeación de la red .....	36
2.4.1. El problema de la configuración de la red .....	36
2.4.2. Datos para la planeación de la red.....	37
2.4.3. Documentos operativos del negocio .....	37
Capítulo tres: Estrategias del transporte .....	39
3.1. Fundamentos de transporte.....	39
3.1.1. Importancia de un sistema eficaz de transporte .....	39
3.1.2. Mayor competencia.....	40
3.1.3. Economías de escala .....	40

3.1.4. Precios reducidos .....	41
3.1.5. Opciones de servicios y sus características .....	41
3.2. Opciones de servicio sencillo .....	44
3.2.1. Ferrocarril .....	44
3.2.2. Camión .....	45
3.2.3. Avión.....	46
3.2.4. Barco .....	46
3.2.5. Ductos .....	47
3.3. Decisiones sobre el transporte .....	47
3.3.1. Selección de los servicios de transporte .....	48
3.3.2. Equilibrio de costos básicos .....	49
3.3.3. Consideraciones competitivas.....	50
3.3.4. Evaluación de los métodos de selección.....	51
3.4. Programación y diseño de rutas de los vehículos.....	51
3.4.1. Principios para una buena programación y diseño de rutas .....	52
3.4.2. Métodos de programación y diseño de rutas.....	54
3.4.2.1. El método de barrido .....	54
3.4.2.2. Método “de ahorros” .....	55
3.4.2.3. Secuencia de las rutas .....	56
3.4.3. Ejecución de métodos de programación y diseño de rutas para los vehículos .....	56
3.5. Características del costo de transporte.....	57
3.5.1. Costos variables .....	58
3.5.2. Costos fijos .....	58
3.5.3. Costos comunes o conjuntos .....	59
Capítulo cuatro: Modelos de inventario determinísticos vs modelos de transporte y sus variantes .....	61
4.1. Modelo de inventario .....	61
4.1.1. Modelo general de inventario .....	61
4.1.2. Modelos estáticos de cantidad de pedido económico (EOQ) .....	63
4.1.3. Modelo EOQ clásico .....	63

4.1.4. Modelos dinámicos de cantidad de pedido económica (EOQ) .....	64
4.2. Modelo de transporte y sus variantes .....	65
4.2.1. Definición del modelo de transporte .....	65
4.2.2. Modelos de transporte no tradicionales.....	66
4.2.3. Algoritmo de transporte .....	66
4.2.3.1. Determinación de la solución de inicio.....	66
4.2.3.2. Cálculos iterativos del algoritmo de transporte .....	67
4.2.3.3. Explicación del método de los multiplicadores con el método simplex..	67
4.2.4. Modelo de asignación .....	67
4.3. Modelo de inventario determinísticos para demanda independiente.....	68
4.3.1. Método de un solo lote.....	68
4.3.2. Técnica lote por lote.....	69
4.3.3. Modelo de cantidad económica de pedido .....	70
4.3.4. Costo unitario mínimo .....	70
4.3.5. Balanceo de periodo fragmentado .....	71
4.4. Modelos Determinísticos para el control de inventarios .....	71
4.4.1. Cantidad de pedido (tamaño de lote) .....	72
4.4.2. Punto de reorden .....	72
4.4.3. Inventario de seguridad.....	73
4.4.4. La función de perdida "PINBALL" .....	73
Conclusiones .....	75
Bibliografía.....	77

## Dedicatoria

*Primeramente, a Dios por haberme permitido llegar hasta aquí, haberme guiado el camino y brindarme salud y sobre todo paciencia y las fuerzas necesarias para continuar y lograr mis objetivos.*

*A mi madre, Fátima Guisell Castillo Alemán mi padre Cristian Alberto Ampie Cerda, mi abuelo Salvador Castillo, a la memoria de mi abuela Francisca Graciela Alemán Pérez, mis Hermanos Cinthya Guisell Ampie Castillo y Cristian Andrés Ampie Castillo y a mí sobrino José Adrián Castillo.*

*Por haberme apoyado y acompañado a lo largo de todo el camino, por sus consejos, por la motivación constante que me han permitido ser una persona de bien, por el valor mostrado para salir adelante, pero más que nada, por su amor y sacrificios es que hoy estoy aquí.*

---

***Graciela Crisell Ampié Castillo***

## Dedicatoria

*Dedico este trabajo principalmente a Dios, quien, a lo largo de mi camino, me da fortaleza en cada momento de mi vida, me llena de bendiciones y me ha colmado de sabiduría para cumplir este sueño.*

*También se lo dedico a mi madre Ana Valenzuela y mi padre Fernando Hernández, por los innumerables sacrificios, en especial por su lucha y entrega para darme lo mejor, por soñar conmigo y apoyarme en cada momento difícil de mi carrera y de mi vida. Gracias por amarme tanto y darme todo lo que he necesitado durante estos años. Son mi inspiración y mi motivación para seguir adelante, los amo y ahora si podemos decir misión cumplida!*

*A mi hermano Bryan, mi hermana Massiel y a mis hermosos sobrinos Josué y Caleb. Con todo el corazón por su amor y apoyo incondicional que en los momentos más difíciles han estado ahí para levantarme, los amo.*

*Por último, pero no menos importante a mi novio Gabriel Ortiz y su familia, por estar siempre presente, siendo mi apoyo incondicional, acompañándome día a día a largo de mi carrera, y a quienes amo con todo mi corazón.*

*¡Gracias, este triunfo es de ustedes!*

---

***Dayana Valeska Hernández Valenzuela***

## Dedicatoria

*Es un honor para mí, poder dedicar el último informe para convertirme en licenciado en administración de empresas, al arquitecto de todos mis logros. Si bien, no podrá jamás ser suficiente ningún discurso escrito y ningún acto podrá bastar para dar gloria al que diseñó el genoma humano con toda su complejidad, a quién le debo la existencia de cada una de mis células, y más escandaloso aún, que ese ser inconmensurable pueda amarme con tanta misericordia y pasión de llegar a entregarse para salvarme, quién a pesar de ser la razón de nuestra existencia decidió comprarnos a precio de sangre, a Él me debo.*

*La oportunidad de estudiar mi licenciatura, sé que siempre estuvo en sus planes, me ha sostenido siempre, me ha bendecido con nacer de unos padres que son maravillosos, un hermano genial, me ha dado la bendición de ser amado y apreciado por mis abuelos, tíos y tías, primos y primas, ha puesto en mi camino verdaderos amigos e incluso me ha dado familia de gente que no tiene ningún vínculo familiar conmigo, además, ha puesto mentores que me han servido de guía. No creo que pueda haber nunca, actos que puedan corresponder a semejante amor que Dios muestra para conmigo.*

*Uno de los personajes de la Biblia, del cual mis padres me enseñaron, es el profeta Daniel, alguien que decidió ser fiel a Dios aun siendo esclavo de un imperio extranjero, a éste hombre, Dios colmó de sabiduría a causa de su obediencia, de modo que fue conocido por ser diez veces mejor preparado que cualquiera en aquel imperio, y de la misma manera en que él dio todo el crédito de sus logros y sabiduría a Dios, quiero, yo dedicar este seminario para su gloria, remitiéndome a las palabras de Daniel:*

*"A ti, Dios de mis padres, te doy gracias y te alabo, porque me has dado fuerza y sabiduría, y ahora me has revelado lo que te pedimos..." Daniel 2:23, Biblia RVC*

---

**Evert Esteban Calero Pérez**

## Agradecimiento

*Primeramente, a Dios por guiarme en este tiempo brindarme salud, sabiduría e inteligencia lo cual me ha permitido llegar hasta este nivel académico.*

*A mis Padres, abuelo y hermanos por estar a mi lado apoyándome incondicionalmente en los tiempos buenos y malos.*

*A la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua) por el apoyo y la oportunidad que nos han facilitado de ser parte de esta prestigiosa universidad permitiendo tener una educación de calidad.*

*A mi tutor M.A.E. José Javier Bermúdez*

*A todos nuestros maestros que nos han proporcionado sus conocimientos un especial agradecimiento por la orientación que han brindado en todo el transcurso de la carrera con gran paciencia y entrega.*

*A todos ellos gracias.*

---

***Graciela Crisell Ampié Castillo***

## Agradecimiento

*Agradezco primeramente a Dios por permitirme la vida y por darme las fuerzas y la sabiduría para finalizar esta etapa tan importante de mi vida, pues sin el nada de esto sería posible.*

*A mis padres por brindarme su apoyo incondicional, por estar presentes en cada etapa de mi vida y preparación, por sus sacrificios y paciencia para que yo pudiese culminar mi carrera.*

*A mis hermanos y sobrinos, gracias por apoyarme, son una fuerza extra que me impulso a seguir adelante y alcanzar mis metas.*

*A mi novio por creer en mí siempre e impulsarme a ser mejor en todo momento, por formar parte de las noches de desvelos apoyándome en todo el lapso de mi carrera.*

*A todos los maestros que se vieron involucrados en este logro, por brindarme sus conocimientos y su apoyo en el desarrollo de mi formación profesional. Especialmente a mi tutor M.A.E José Javier Bermúdez quien fue nuestro pilar fundamental para la realización y por supuesto culminación del mismo.*

*Por último, agradezco a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.*

---

***Dayana Valeska Hernández Valenzuela***

## Agradecimiento

*Quiero agradecer de manera sincera a todas aquellas personas que de alguna u otra manera han contribuido a mi crecimiento emocional, espiritual, académico e intelectual, pues cada uno de ellos fue vital para que yo pudiese llegar a cumplir este sueño de convertirme en el primer licenciado de mi familia. No podré mencionar a todos, pero agradezco de corazón su amabilidad para conmigo.*

*Agradezco a mi Dios, quién determinó que yo pudiera cumplir mis sueños y ha sido propicio en este camino de estudiar una carrera universitaria, me ha sustentado y me ha provisto de todo, muchas gracias Dios Padre, Dios Hijo y Dios Espíritu Santo.*

*Agradezco a mi madre, Gloria Pérez, por instruirme y guiarme para ser un hombre de bien, por motivarme para superarme, muchas gracias mamá, te amo. Agradezco a mi padre, Evert Calero, de quién aprendí que rendirse no es una opción, gracias por todo papá. Agradezco a mi hermano Samuel Calero, quién siempre me apoya y me ha demostrado que no importa los obstáculos, si se quiere algo, con determinación se puede lograr.*

*Agradezco a mis abuelos Alfonso Pérez y Venicia Valdez, siempre me han ayudado a cumplir mis sueños, impulsándome y aconsejándome, gracias por todo, son una bendición para mi vida. Agradezco a mis tíos José, Jean y Roiman Rayo, por ayudarme académicamente, Dios les bendiga siempre. Agradezco a mis tías Melania Calero, Karla Rayo, de ustedes he recibido apoyo incondicional, me ha acogido como su propio hijo y valoro eso. Muchísimas gracias en especial a mi tía Mildred a quién quiero como una madre, y a su hija, mi prima Ileana a quién quiero como mi propia hermana.*

*A mi tutor M.A.E. José Javier Bermúdez*

*Agradezco de manera especial a mis pastores, Pablo y Claudia de Ramos, ellos y sus hijas han sido mi segunda familia, me han convertido en parte de ellos, muchas gracias de verdad, les quiero, Dios les bendiga siempre.*

---

**Evert Esteban Calero Pérez**



Facultad de ciencias económicas

Departamento de administración de empresas

### **Valoración del docente (carta aval)**

En cumplimiento del Artículo 49 del REGLAMENTO PARA LAS MODALIDADES DE GRADUACION COMO FORMAS DE CULMINACION DE LOS ESTUDIOS, PLAN 2013, dice:

El Docente Tutor realizará evaluaciones sistemáticas tomando en cuenta la Participación y desempeño del estudiante, informe de avance y la calidad de la propuesta de investigación. Esta evaluación tendrá un valor de 50 puntos de la nota final que deberá ser entregada al Director de Departamento, una semana previa al acto de defensa del Seminario de Graduación.

El suscrito Instructor de Seminario de Graduación sobre el tema general de “**ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES**” hace constar que los bachilleres: **Graciela Crisell Ampie Castillo, Carnet No. 18-20349-0; Dayana Valeska Hernández Valenzuela, Carnet No. 18-20248-8 y Evert Esteban Calero Pérez, Carnet No. 18-20327-0**, han culminado satisfactoriamente su trabajo sobre el subtema **MODELOS DE INVENTARIOS DETERMINÍSTICOS VS MODELOS DE TRANSPORTE Y SUS VARIANTES PARA TOMA DE DECISIONES EN ESTRATEGIAS DEL TRANSPORTE**, obteniendo las bachilleras **Ampie Castillo, Hernández Valenzuela** y el bachiller **Calero Pérez**, la calificación de **50 (CINCUENTA) PUNTOS respectivamente**.

Dado en la ciudad de Managua a los 22 días del mes de octubre del año 2022

---

**M.A.E. José Javier Bermúdez**

**INSTRUCTOR**

## Resumen

La presente investigación de carácter bibliográfico tiene como tema administración de operaciones y como sub tema, Modelos de inventarios determinísticos vs modelos de transporte y sus variantes para toma de decisiones en estrategias del transporte.

Se tiene como objetivo general el describir los modelos de inventario determinísticos vs modelos de transporte y sus variantes mediante la aplicación de técnicas de recolección de información para toma de decisiones en estrategia de transporte.

La base teórica que sustenta este informe hace énfasis en la administración de operaciones, la logística es fundamental en la cadena de suministros; en esta comprende los conceptos de proveedores, centros de manufactura, bodegas, centros de distribución y locales de venta. Además, del control de la logística en el que se ven implicados el almacenamiento de bienes, así como de los servicios necesarios y el flujo de información generada que va desde el origen del producto hasta su respectiva salida.

En el diseño de operaciones se implementan las estrategias de localización, estrategias de distribución de instalaciones, estrategias de procesos y las estrategias de planeación de la red en las que se requiere una base de datos sustancial y los documentos operativos del negocio.

En las estrategias de transporte se enfatiza lo que se requerirá en la logística del sistema de transporte mediante el cual se trasladan insumos, materias primas y productos terminados de un punto a otro, tomando en cuenta las opciones de servicio y sus características.

Los modelos de inventarios determinísticos, su planificación y el control de los mismos así como los modelos de transporte, presentan sus respectivas variantes, las cuales de manera flexible se pueden implementar en los sistemas de producción de las organizaciones.

La metodología que implementamos al momento de realizar el siguiente documento de aspecto documental fue a través de, lectura, recopilación de datos bibliográficos, páginas web y tesis referentes al tema, apegándonos a la normativa y rubrica de evaluación de la modalidad de seminario de graduación plan 16 del departamento de administración de empresas, facultad de ciencias económicas de la UNAN-Managua, contiene los siguientes ítems dedicatoria, agradecimiento, valoración docente, resumen, introducción, justificación, objetivo, desarrollo, conclusión y bibliografía, así mismo respetando la aplicación de normas APA 6ta edición de Javeriano.

## Introducción

La administración de operaciones es el tema que será expuesto en este informe, como subtema de investigación se abordará los Modelo de inventario determinísticos vs. Modelo de transporte y sus variantes para toma de decisiones en estrategia de transporte.

Este trabajo investigativo se ha realizado para transmitir conocimientos, facilitar los distintos modelos de inventario, de transporte y elementos básicos acerca de la administración de operaciones y su aplicación en un entorno cambiante y globalizado, ya que el propósito es que sirva para motivar el estudio didáctico del contenido tanto para estudiantes como para las empresas nicaragüenses.

Se tiene como objetivo general describir los modelos de inventario determinísticos vs modelos de transporte y sus variantes mediante la aplicación de técnicas de recolección de información para toma de decisiones en estrategia de transporte.

La base teórica de este informe consta con cuatro capítulos:

El capítulo uno: Introducción y planeación de logística de suministro, se abordan temas como la logística de los negocios y la cadena de suministro, estrategia y planeación de la logística y de la cadena de suministro, estrategia y planeación de la logística y de la cadena de suministro, control de la logística y la cadena de suministro y procesos de logística y administración de la cadena de suministro.

En el capítulo dos: Estrategia de diseño de operaciones se abordan; estrategias de localización, estrategia de distribución de instalaciones, estrategia de procesos y estrategia de planeación de la red.

Capítulo tres: Estrategias de transporte, en este se encuentran los fundamentos del transporte, opciones de servicio, decisiones sobre el transporte, programación y diseño de ruta de los vehículos y las características del costo del transporte.

En el capítulo cuatro: modelos de inventario determinísticos vs modelos de transporte y sus variantes, se desarrolla el modelo de inventario, modelo de transporte y sus variantes, modelo de inventario determinístico para demanda independiente y los modelos determinísticos para el control de inventarios.

## Justificación

En relación al aspecto teórico, la presente investigación genera información de contenido conceptual de datos relacionados con la administración de operaciones, aportado por diversos autores, brindando así, información referente a modelos de inventarios determinísticos vs modelos de transporte y sus variantes. Así mismo, este informe genera información sobre la planeación de la logística y de la cadena de suministro, estrategias de localización, estrategias de distribución de instalaciones, fundamentos y decisiones sobre el transporte.

Por lo que se refiere al aspecto práctico, este informe proporcionara información de mucha utilidad, no solo a estudiantes o docentes sino también a empresas de bienes y servicios, cuya correcta aplicación de esta; ayudara en la toma de decisiones en estrategias del transporte, proporcionándole una mayor productividad en sus operaciones y brindando una ventaja competitiva en el mercado. Así pues, este beneficiara a cualquier persona interesada en el tema de modo que puedan adquirir o consolidar conocimientos al respecto o simplemente aclarar dudas.

En cuanto al aspecto metodológico, este documento servirá como fuente de investigación bibliográfica, para el desarrollo de nuevas o complementos de investigaciones de temas relacionados. Esta investigación utiliza un diseño documental, cuyo propósito es la recopilación de información para el aporte de nuevos conocimientos, deseando que esta investigación sea un apoyo en la formación profesional – laboral.

## Objetivos

### Objetivo general

Describir los modelos de inventario determinísticos vs modelos de transporte y sus variantes mediante la aplicación de técnicas de recolección de información para toma de decisiones en estrategia de transporte.

### Objetivos específicos

1. Exponer la introducción y planeación de logística de suministros como una herramienta administrativa vital para la optimización de recursos, reducción de errores, mejora de la productividad y control del almacenamiento de bienes y servicios.
2. Explicar las estrategias de diseño de operaciones mediante las fases y los planes que se tiene que desempeñar para delimitar la optimización de los procesos actividades que se ejecutan.
3. Identificar estrategias de transporte como las bases teóricas sobre las características, clasificaciones, tarifas y selección de los servicios óptimos de transportación para la mejora de las condiciones del trabajo, mayor competitividad y el desarrollo de cualquier negocio.
4. Comparar los modelos de inventario determinísticos vs modelo de transporte y sus variantes como herramientas administrativas para la toma de decisión sobre el modelo más efectivo a utilizar que represente el resultado deseado en una entidad.

## **Capítulo uno: Introducción y planeación de logística de suministro**

La logística busca gerencial estratégicamente la adquisición, el movimiento, el almacenamiento de productos y el control de inventario, así como todo el flujo de información asociado, a través de los cuales la organización y su canal de distribución se encauzan de modo tal que la rentabilidad presente y futura de la empresa es maximizada en términos de costos y efectividad.

La logística es fundamental por medio de la administración logística y de la cadena de suministro cubre la gestión y la planificación de las actividades de los departamentos de compras, producción, transporte, almacenaje, mantenimiento y distribución. (Ballou, 2004, pág. 23).

### **1.1. Logística de los negocios y la cadena de suministro.**

La definición de logística aplicada a los negocios es un concepto relativamente nuevo del estudio integrado de la gerencia, comparado con los otros ramos relacionados como el marketing, la producción o las finanzas, tanto los pueblos como las industrias han hecho avanzar este campo para poder lograr sus objetivos a través del tiempo al generar una coordinación de actividades (inventario y transporte), en lugar de manejarlo separadamente como se hacía en la antigüedad nace la logística, la cual agrega un valor agregado de productos y servicios esenciales para la satisfacción de los clientes y claro está, para las ventas.

La administración de la cadena de suministros es un concepto que encierra la esencia de la logística integrada y más, el concepto de cadena de suministros abarca la relación que existe entre las funciones de marketing, logística y producción en una empresa y además las interacciones que hay entre las empresas dentro del canal de flujo de producto la administración de la cadena de suministros abarca todas las actividades relacionadas con el flujo y transformación de bienes, desde la etapa de materia prima (extracción) hasta el usuario final, así como los flujos de información de información relacionados. (Ballou, 2004, págs. 25-26).

### **1.1.1. La cadena de suministros**

La cadena de suministros y la logística contienen un conjunto de actividades transporte, control de inventarios, etc. que tienden a repetirse a lo largo de la cadena de flujo, mediante las cuales las materias primas se transforman en productos terminados y se añade valor para el consumidor ya que el lugar de explotación de las materias primas, el lugar de fabricación de productos y el lugar donde se comercializan los productos no se encuentran en el mismo espacio geográfico el canal de flujo representa una secuencia de paso de manufactura, en algunos casos las actividades de logística se repiten antes de que un producto llegue a su lugar de mercado.

La dirección de la logística de los negocios ahora se conoce popularmente como dirección de la cadena de suministros los términos como redes de valor, corrientes de valor y logística ágil se usan para describir un alcance y un propósito parecidos.

Se debe tener en cuenta que la vida de un producto no termina con su entrega al cliente final los productos pasan de moda, se vuelven obsoletos, se dañan o no funcionan y son devueltos a sus puntos de origen para su reparación o eliminación. Figura 1.1. (Ballou, 2004, pág. 7).

Figura: Cadena de suministros inmediata para una empresa individual.

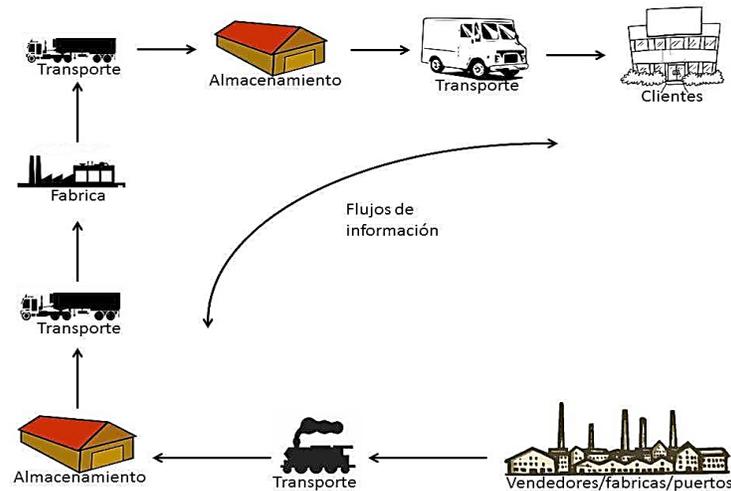


Figura: 1.1. (Ballou, 2004, pág. 8)

### 1.1.2. Mezcla de actividades de la cadena de suministro

Dentro de la cadena de suministros hay diferentes actividades que varían entre una empresa y otra dependiendo de su estructura organizacional. Las componentes de un sistema típico de logística según el CLM son:

1. Control de inventarios
2. Manejo de materiales
3. Procesamiento de pedidos
4. Apoyo de partes y servicio
5. Selección de la ubicación de fábricas y almacenamiento
6. Compras
7. Embalaje
8. Manejo de bienes devueltos
9. Eliminación de mercaderías aseguradas rescatadas (desechos) y desperdicios
10. Tráfico y transporte
11. Almacenamiento
12. Provisión (Ballou, 2004, págs. 32-33).

### 1.1.3. Objetos de la logística de los negocios y de la cadena de suministros.

En una compañía el gerente de logística de los negocios busca alcanzar los objetivos del proceso del canal de suministros que llevara la empresa hacia sus objetivos generales hay dos dimensiones para lograr el objetivo de desarrollar una mezcla de actividades de logística que redundará en el mayor rendimiento sobre la inversión posible con el tiempo:

1. Impacto el diseño del sistema logístico en la contribución de ingresos.
2. Costo de la operación y los requerimientos de capital para ese diseño.

Idealmente, el gerente de logística debería saber cuántos ingresos adicionales se generan a partir del aumento de las mejoras en la calidad del servicio suministrado al cliente, pero estos ingresos no se conocen con gran precisión, generalmente el nivel de servicio al cliente.

Los costos de capital los costos de operación son aquellos que son recurrentes o periódicos o aquellos que fluctúan en forma directa con la valoración de los niveles de actividad, como salarios, gastos de almacenamiento, otros gastos de fabricación.

Los costos de capital son los gastos que se realizan de una vez y que no cambian con las variaciones normales de los niveles de actividad si se entiende que hay conocimiento del efecto de los niveles de actividad logística en los ingresos de la empresa, un objetivo financiero factible para la logística puede expresarse en una relación conocida como ROLA (Return Logistics Assets, rendimiento sobre los activos logísticos) y se define como:

$$\text{ROLA} = \text{Contribución al ingreso} - \text{costos de la operación logística} / \text{Activos logísticos.}$$

La contribución al ingreso hace referencia a las ventas resultantes del sistema de logística los costos de operación logística son los gastos incurridos para suministrar el nivel necesario de servicio logístico al cliente para generar ventas los activos logísticos son las inversiones de capital hechas en el sistema logístico sacar con el tiempo el máximo provecho del rendimiento acumulado sobre la inversión es el objetivo sencillo más importante para asegurar a la empresa una larga carrera de supervivencia. (Ballou, 2004, págs. 49-50).

## **1.2. Estrategia y planeación de la logística y de la cadena de suministro**

El enfoque de la estrategia de la logística y de la cadena de suministros tiene por objetivos la reducción de costos, enfatizada en la maximización de utilidades; la reducción de capital, enfocada hacia la minimización del nivel de inventario; y la mejora del servicio, que nos hará más rentables. (Ballou, 2004, pág. 55).

### **1.2.1. La reducción de costo**

Es una estrategia dirigida hacia lograr minimizar los costos variables asociados con el desplazamiento y el almacenamiento, la mejor estrategia por lo general es formulada al evaluar líneas de acción alternativas como la selección entre diferentes ubicaciones de almacén o la selección de modos de transporte alternativos, los niveles de servicio por lo general se mantienen constante mientras se buscan las alternativas de mínimos costos. (Ballou, 2004, pág. 35).

### **1.2.2. La reducción de capital**

Es una estrategia dirigida a la minimización de nivel de inversión en el sistema logístico la maximización del rendimiento sobre los activos logísticos es la motivación detrás de esta estrategia, el envío directo a los clientes para evitar almacenamiento, la elección de almacenes públicos sobre almacenes privados, la selección de un enfoque de abastecimiento justo a tiempo en vez de almacenar para inventarios o la utilización de proveedores externos de servicios logísticos son ejemplos de ello, estas estrategias pueden dar por resultado costos variables más altos que en estrategias que requieren mayor nivel de inversión sin embargo el rendimiento sobre la inversión puede incrementarse. (Ballou, 2004, pág. 36).

### 1.2.3. La estrategia de mejora del servicio

Por lo general reconocen que los ingresos dependen del nivel proporcionado del servicio de logística aunque los costos se incrementan rápidamente ante mayores niveles de servicio logístico al cliente, los mayores ingresos pueden compensar a los mayores costos para que sea efectiva la estrategia de servicio se desarrolla en contraste con la ofrecida por la competencia. (Ballou, 2004, pág. 37).

### 1.2.4. Principales áreas de planeación

La planeación logística aborda cuatro áreas principales de problemas: niveles de servicio al cliente, ubicación de instalaciones, decisiones de inventario y decisiones de transportación, como se muestra en la figura 1.2. Exceptuando el establecimiento de un nivel deseado de servicio al cliente (el servicio al cliente es resultado de las estrategias formuladas en las otras tres áreas), la planeación logística puede denominarse como un triángulo de toma de decisiones de logística. Estas áreas de problemas se interrelacionan y deberán ser planeadas como una unidad, aunque es común planearlas en forma independiente. Cada una de ellas ejerce un impacto importante sobre el diseño del sistema.

Figura: Triángulo de la toma de decisiones logísticas

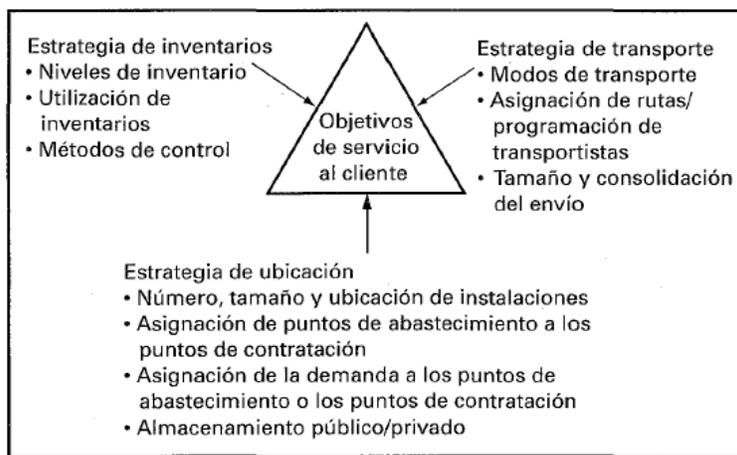


Figura: 1.2. (Ballou, 2004, pág. 62)

### Objetivo de servicio al cliente

En mayor medida que cualquier otro factor el nivel proporcionado de servicio logístico al cliente afectará en forma notable el diseño del sistema, los bajos niveles de servicio permiten inventarios centralizados en sólo una cuantas ubicaciones y también permiten el uso de formas de transporte menos costosas.

### Estrategia de ubicación de instalaciones

La disposición geográfica de los puntos de abastecimiento y de sus puntos de contratación crea un bosquejo para el plan de logística, el establecimiento del número, ubicación y tamaño de las instalaciones y la asignación de la demanda de mercado para ellos determinarán las rutas por medio de las cuales se dirigirán los productos al mercado el ambiente adecuado para el problema de ubicación de instalaciones es incluir todos los movimientos de producto y sus costos asociados a medida que estos se presentan desde las ubicaciones de la planta, proveedor o puerto a través de los puntos de almacenamiento intermedio y hacia las ubicaciones del cliente.

### Decisiones de inventario

Las decisiones de inventario se refieren a la forma en qué se manejan los inventarios la asignación de inventarios (entrada) a los puntos de almacenamiento contra la salida (pulling) hacia los puntos de almacenamiento mediante reglas de reabastecimiento de inventario representa dos estrategias.

La ubicación selectiva de distintos artículos en la línea de producción en los almacenes de planta, regionales o de campo o la administración de los niveles de inventario mediante el uso de distintos métodos de control de inventario perpetuo, son otras estrategias.

### Decisiones de transportación

Estas pueden incluir el modo de transporte, los tamaños de envío y el establecimiento de rutas, así como la programación factores como cercanía con los almacenes, clientes y plantas, afectan la ubicación de los almacenes también afecta los niveles de inventario relacionados con los tamaños de envío.

A continuación hay algunos ejemplos de problemas comunes con estos distintos horizontes de tiempos de planeación. Vea tabla 1.1. (Ballou, 2004, págs. 61-63).

Tabla 1.1

Ejemplos de toma de decisiones estratégicas, tácticas y operativas

Área de decisión	Nivel de decisión		
	Estratégica	Táctica	Operativa
Ubicación de instalaciones	Número, tamaño y ubicación de almacenes, plantas y terminales.		
Inventarios	Ubicación de inventarios y políticas de control	Niveles de inventario de seguridad	Cantidades y tiempos de abastecimiento
Transportación	Selección del modo	Arrendamiento estacional de equipo	Asignación de ruta, despacho
Procesamiento de pedidos	Ingreso de pedido, transmisión y diseño del sistema de procesamiento		Pedidos
Servicio al cliente	Establecimiento de estándares	Reglas de prioridad para pedidos de clientes	Aceleración de entregas
Almacenamiento	Manejo de la selección de equipo, diseño de la distribución	Operaciones de espacio estacional y utilización de espacio privado	Selección de pedidos y reaprovisionamiento
Compras	Manejo de relaciones de proveedor, comprador	Contratación, selección de vendedor, compras adelantadas	Liberación de pedidos y aceleración de suministro

(Ballou, 2004, pág. 61)

Selección de la estrategia de canal adecuada.

Existen dos estrategias importantes principalmente:

1. Suministro para almacenamiento.
2. Suministro para pedido.

En la estrategia de suministro para almacenamiento se configura el canal de suministro para una máxima eficiencia, o sea se utilizan los inventarios para obtener adecuadas economías al permitir corridas de producción económicas, compras en cantidad, procesamiento de pedidos en lote, y transportación en envíos de gran tamaño.

Los inventarios de seguridad se mantienen para obtener un alto nivel de disponibilidad de producto tenemos entonces que la estrategia de suministro para pedido es aquella donde el canal de suministros se encuentra configurado para maximizar la capacidad de respuesta se resalta el exceso de capacidad, rápidas conversiones, breves tiempos de espera, procesamiento flexible, transportación de primera calidad y procesamiento de ordenes sencillas, se usan estrategias de postergación para retrasar la creación de productos variados lo más lejano posible del canal de suministros. A continuación se presentan las características de las cadenas de suministros para almacenamiento y suministros para pedido: Vea tabla 1.2. (Ballou, 2004, págs. 75-76).

Tabla 1.2

Características de las cadenas de suministros para almacenamiento y suministros para pedido

Tipo de cadena de suministro	Características de diseño del canal
Cadena de suministro eficiente	Corridas de producción económicas Inventarios de productos terminados Cantidades de compras económicas
Suministros para almacenamiento cadena de suministro con capacidad de respuesta	Tamaños más grandes de envíos Procesamiento de pedidos en lote capacidad en exceso Intercambio rápido Tiempo corto de entrega de procesamiento flexible
Suministros para pedidos	Transporte de primera calidad Procesamiento de pedidos individuales

(Ballou, 2004, pág. 76)

El margen de utilidad y la posibilidad de predecir la demanda son los factores determinantes en la selección del canal de suministros a veces los productos cuentan con un patrón de demanda estable y por esta razón son predecibles, entonces la planeación de su suministro se facilita en algunos casos muchos productos con patrón de demanda estable también presentan una característica de madurez en la que la competencia es intensa y márgenes de utilidad bajos como consecuencia de todo esto el profesional en logística debe diseñar el canal de suministros con el menor costo posible en consecuencia con el cumplimiento de las metas de servicio al cliente.

Por otra parte los productos que son impredecibles con frecuencia conllevan mayor margen de utilidad que los predecibles tienden a ser más innovadores, se desarrollan a partir de nuevos productos e incorporan tecnología de punta, por todo esto requieren de mayor rendimiento. (Ballou, 2004, pág. 76).

### **1.3. Control de la logística y la cadena de suministro**

Dentro de la cadena de suministro, la logística sirve para la planificación, gestión y control del almacenamiento de bienes, así como los servicios necesarios y el flujo de información generada, que va desde el punto de origen del producto hasta el punto de consumo. (Ballou, 2004, pág. 75).

#### **1.3.1. Control de procesos: la visibilidad y la cadena de suministro**

Las regulaciones del gobierno, los problemas de calidad y seguridad de los consumidores o las interrupciones de abastecimiento debidas a distintos motivos constituyen una creciente fuente de preocupación para quienes se encargan del control de procesos y la gestión de la cadena de suministro. La falta de sincronización en los datos es una de las causas de fracaso más frecuentes, algo que se debe tratar de evitar a toda costa en esta época donde la globalización es una realidad.

El negocio requiere de visibilidad y de alineación, ya que sólo así se puede:

1. Cuidar la relación entre la organización y sus socios.
2. Velar por la calidad de los procesos de negocio.
3. Alcanzar la eficiencia deseada en el funcionamiento de la cadena de suministro.

Interrupciones de fabricación, inventarios imprecisos u obsoletos, retrasos en el transporte o falta de existencias son sólo algunos de los riesgos a que las organizaciones han de hacer frente. Su eficiencia está siendo desafiada y, mejorar la cuestión es, más que nunca, una cuestión de visión. (Ballou, 2004, pág. 744).

### **1.3.2. Control de procesos: la superación de los retos en la gestión de la cadena de suministros**

La visibilidad y el control de gestión de negocio de la cadena de suministros son factores fundamentales para la mitigación de los riesgos que pueden afectar al éxito empresarial. Para lograrlos es preciso planificar la gestión siguiendo las siguientes pautas:

1. Estrechar los vínculos con los proveedores: de forma que se pueda cumplir con los niveles de calidad que los clientes exigen y que las legislaciones requieren este tipo de relación es fundamental para mitigar el riesgo de fallo de proveedores, algo más habitual de lo que sería deseable ya que las cadenas de suministro hoy en día implican procesos de múltiples pasos y gran complejidad, cuyo fracaso puede tener un impacto crítico sobre la seguridad y la calidad del producto, así como sobre la reputación de la empresa y la imagen de marca.
2. Monitorizar el desempeño: adquirir un mejor control no es opcional cuando se requiere ver todo el proceso de principio a fin.
3. Acceder a información en tiempo real: para poder llevar a cabo una satisfactoria gestión del riesgo que prevenga interrupciones o fallos en la cadena de suministro. Además, contar con este tipo de datos fomenta la capacidad del negocio de satisfacer las demandas de los clientes de una manera eficiente y rentable, respondiendo con rapidez al entorno cambiante.
4. Asegurar la eficiencia y sostenibilidad: los consumidores exigen productos de menor costo que, a la vez, sean respetuosos con el medio ambiente, generándose gracias a un control de procesos más estricto y sostenible.
5. Reducir el consumo de energía o la generación de residuos es resultado de una estrategia de mejora continua que debe planificarse desde el diseño de la cadena de suministro. (Ballou, 2004, págs. 746-747).

### **1.3.3. Control de procesos: objetivos**

Los objetivos del control de procesos en la gestión de la cadena de suministro han de fundamentarse en los cuatro principios expuestos y tener en cuenta, al menos, los siguientes propósitos:

1. Reducción de la variabilidad en los procesos de la cadena de suministro.
2. Incremento de la agilidad en la resolución de problemas.
3. Disminución de costes de operación de la cadena de suministro.
4. Aumento de la eficiencia operativa. (Ballou, 2004, pág. 747).

### **1.3.4. Tipos de sistema de control**

Los sistemas logísticos son una parte de la cadena de suministro que planifica, almacena, implementa y controla el flujo eficiente y eficaz de productos, servicios e información entre el punto de origen y el punto de consumo, con el fin de satisfacer al cliente y los requerimientos legales

Entre los principales tipos de control que se pueden implementar en el mundo de la logística se encuentran los siguientes:

1. Control administrativo: Es el que se aplica en los procesos relacionados con la administración interna del negocio logístico. Esto incluye mantener un orden y control sobre los procesos de compra de mercancías y de abastecimiento de materias primas, adquisición de maquinarias y repuestos, asignación de recursos, tercerización a operadores logísticos, entre otros.
2. Control de calidad: El control de calidad se puede implementar en múltiples áreas. Por ejemplo, un tipo de control de calidad muy importante es el que se aplica sobre el proceso de compra del cliente. La empresa siempre tiene que garantizar que el cliente viva una experiencia satisfactoria, agradable, cómoda y rápida. Para lograrlo, existen diferentes técnicas que permiten evaluar la calidad de la experiencia de compra.

3. Control de transporte: Una de las áreas más críticas en logística en la distribución de mercancías. Por lo tanto, el control de transporte es fundamental para medir el rendimiento de las entregas, la cantidad de entregas fallidas y exitosas, la productividad de los transportistas, la eficiencia de la planificación de rutas, entre otros. (Ballou, 2004, pág. 748).

### **1.3.5. Importancia del control de la logística y la cadena de suministro.**

Dentro de la cadena de suministro, la logística sirve para la planificación, gestión y control del almacenamiento de bienes, así como los servicios necesarios y el flujo de información generada, que va desde el punto de origen del producto hasta el punto de consumo, y cuyo objetivo es cubrir la demanda de los consumidores. (Ballou, 2004, pág. 749).

### **1.3.6. Objetivos de la logística**

Como objetivo principal, la logística busca satisfacer la demanda de las mejores condiciones de servicios, calidad y coste. Garantizar, por un lado, la calidad del producto y/o servicio, lo que aportará una ventaja competitiva y la reducción de costes, que permitirá aumentar el beneficio de la empresa. Por este motivo, la logística se encarga de gestionar los medios necesarios (locales, medios de transporte, programas de gestión informática...) y movilizar los recursos humanos y financieros más adecuados.

Los objetivos que se consiguen con una buena planificación logística son:

1. Adquirir los materiales en las condiciones más adecuadas, de esta forma evitamos realizar operaciones de desembalaje, preparación y adaptación posterior.
2. Reducir los costes de transporte, realizando agrupación de cargas y minimizando etapas y distancias en el recorrido.
3. Reducir los costes de manipulación, procurando cambiar la mercancía de ligar el menos número de veces.
4. Reducir los grupos de clasificación del stock, así como minimizar el volumen, el espacio y el número de recintos destinados a almacenaje.

5. Reducir el número de revisiones y control de existencias, haciendo las necesarias y de la forma más fácil y cómoda posible. (Ballou, 2004, págs. 753-754).

#### **1.4. Procesos de logística y administración de la cadena de suministro**

La administración de la cadena de suministro (SCM) ayuda a las empresas basadas en productos a controlar mejor el flujo de bienes y servicios, abarcando todo, desde la logística y el desarrollo y la producción de productos. (Ballou, 2004, pág. 759).

Según el Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP), es “planear, implantar y controlar procedimientos para el transporte y almacenaje eficientes y efectivos de bienes, servicios e información relacionada, del punto de origen al punto de consumo, de acuerdo con los requerimientos del cliente”. Por lo tanto, los procesos logísticos son todas aquellas actividades que aseguran la correcta coordinación del transporte y distribución de mercancías, así como la producción de los productos. (Riesco, 2021). Párr. 3-4.

##### **1.4.1. La administración de la cadena de suministros**

La administración de la cadena de suministro (SCM por sus siglas en inglés) se ha convertido en una herramienta valiosa para garantizar la ventaja competitiva y mejorar el desempeño de la organización, dado que la competencia ya no se da entre las organizaciones, sino entre las cadenas de suministro.

Uno de los principales objetivos de la administración de la cadena de suministro es reducir o eliminar los almacenamientos intermedios de inventario que existen entre las organizaciones en una cadena mediante el intercambio de información sobre la demanda y los niveles de existencias actuales. Para lograr los mejores resultados se deben tener en cuenta cinco procesos básicos:

1. Gestión de la demanda: incluye actividades relacionadas con el mercado tales como: métodos de pronósticos, servicio al cliente, procesamiento de las órdenes de los clientes y ventas.
2. Distribución: constituye el proceso de unión entre la producción y el mercado, esta tiene influencia sobre las operaciones logísticas a través de los requerimientos del mercado.
3. Producción: la producción y todos los procesos relacionados agregan valor en el flujo de los productos, afecta el inventario, el transporte y los tiempos de entrega.
4. Compras: constituye el enlace de adquisición de los materiales para la producción.
5. Devoluciones: cierra el ciclo de la cadena de suministro, recibe los productos que necesitan ser remanufacturados, reusados o reciclados en el proceso de producción. (Ballou, 2004, págs. 759-760).

#### **1.4.2. Gestión de compras y proveedores**

La gestión de las compras no solamente se limita al hecho de contactar al proveedor y transmitirle las necesidades y los requerimientos de la empresa, más bien su función radica en garantizar los niveles necesarios de materias con la calidad necesaria y en el tiempo indicado, pero sobre todo guardando las proporciones en cuanto a costos planificación, implementación y control de la actividad mediante las cuales se identifica las necesidades de materiales de la empresa, se localiza y selecciona el proveedor y se selecciona el precio y los términos para garantizar su entrega y además identifica algunas metas que desde esta función deben plantearse.

En los sistemas de producción, es decir, aquellos en los cuales es la demanda del mercado quien impone el ritmo de producción de las empresas, se hace necesario elaborar pronósticos de ventas que además de evaluar el nivel de productos que se deben fabricar, permita también determinar cuánto material o materia prima se debe comprar para satisfacer dichos niveles de producción. (Ballou, 2004, pág. 763)

### **1.4.3. Gestión de la producción**

La planificación de la producción en la cadena de suministro es una actividad de suma importancia, pues permite un mejor funcionamiento de las operaciones de producción con el fin de satisfacer los pedidos que realizan los clientes en un tiempo óptimo y a un costo considerable. Las decisiones tendientes a determinar qué producir, cómo producir y cuánto producir, son bastante complejas ya que se deben balancear todos los recursos necesarios para cumplir con la demanda de los clientes y la misión de la empresa.

En los procesos de producción, la planificación de producción y los problemas de programación son críticos para la rentabilidad de las empresas, el uso correcto de los recursos y para cumplir los plazos.

Existen varios sistemas para la planeación y control de la producción, entre los cuales se encuentran: Planificación de requerimiento de Materiales (MRP), Planificación Jerárquica de la Producción (HPP), Justo a Tiempo (JIT) y Tecnología de Producción Optimizada (OPT). (Ballou, 2004, pág. 765).

### **1.4.4. Gestión de la distribución**

Todas las etapas de la cadena de suministro se encargan de generar valor agregado al producto, el proceso de distribución genera valor en términos de tiempo y ubicación, desde los proveedores hasta el cliente. Es por esto que la falta de eficiencia y de optimización en el proceso de distribución puede restarle valor a productos generados en los otros procesos de la cadena de suministro.

La gestión de inventario en la cadena de suministro debe garantizar el flujo y el almacenamiento eficiente, directo e inverso de los bienes, servicios e información relacionada entre el punto de origen y el punto de consumo para cumplir con los requisitos del cliente. Esta gestión de los sistemas de inventarios es un aspecto fundamental que se debe tener en cuenta para la optimización del proceso de distribución. (Ballou, 2004, pág. 766).

#### **1.4.5. Redes logísticas**

La gestión logística se ha convertido en un aspecto de carácter estratégico actualmente en los negocios debido a su importancia económica y el impacto que tiene en los clientes, además, que la efectividad de la distribución física y del funcionamiento de la cadena es a través del sistema de redes, puesto que esta posibilita ofrecer un alto nivel de servicio al mínimo costo y de esta forma cumplir con los objetivos empresariales y la satisfacción de los clientes.

El éxito de las operaciones logísticas se encuentra en la coordinación de los diferentes eslabones que agregan valor continuamente al producto o servicio, en el proceso de distribución esto se puede lograr mediante el diseño de redes logísticas. Para el diseño de la red se emplea el enrutamiento abierto de vehículos (OVRP por sus siglas en inglés) y el enrutamiento abierto de vehículos con restricción de capacidad (COVRP por sus siglas en inglés) mediante la aplicación de técnicas heurísticas y metaheurísticas. (Ballou, 2004, pág. 766).

#### **1.4.6. Indicadores de gestión logística**

Los sistemas de medición son necesarios en cualquier sistema de gestión, dado que esto es la base para implementar acciones de prevención para la ocurrencia de dificultades y para identificar oportunidades de mejoramiento, esta medición se hace a través de indicadores que son relaciones de datos cuantitativos de los procesos de recepción, almacenamiento, inventarios, despacho, facturación, entregas y flujos de información en la cadena de suministro.

Es así que nacen herramientas como los Sistemas de Información Logísticos (SIL) que son el enlace entre la empresa y su entorno operativo, adicionalmente proporcionan a los profesionales logísticos encargados de la gestión de recursos la información necesaria para el diseño de un sistema de medición de indicadores logísticos que será la base para la posterior toma de decisiones. (Ballou, 2004, pág. 767).

#### **1.4.7. Seguridad en la cadena de suministro**

Alcanzar un comercio totalmente seguro involucra a todos y cada uno de los integrantes de la cadena de suministros los esfuerzos en seguridad demandan una relación colaborativa entre todos los socios de la cadena de suministro e inclusive los entes gubernamentales; es por eso que se hace necesario que todas las organizaciones que hacen parte de la cadena de suministros actúen coordinadamente y colaboren facilitando todos los recursos para la ejecución de los procesos de una forma segura, garantizando así que al cliente le sea entregado un buen producto.

Las cadenas de suministro se han vuelto más globales, por lo tanto, la implementación de medidas de seguridad en toda la cadena se ha hecho necesaria para muchas organizaciones. (Ballou, 2004, pág. 769).

## **Capítulo dos: Estrategia de diseño de operaciones**

El diseño de operaciones es un análisis de alto nivel para delimitar la optimización de los procesos o actividades que se ejecutan. Es decir, consiste en un proyecto de rediseñar los procesos en la cadena de suministro para hacer frente a las barreras y desafíos con los que nos podemos encontrar con el objetivo final de impulsar el nivel de eficiencia deseado. (Retos en Supply Chain, 2017). Párr. 4-5.

### **2.1. Estrategias de localización**

Localización de la instalación es el proceso de elegir un lugar geográfico para realizar las operaciones de una empresa. Las opciones de localización pueden tener importancia crucial para las empresas y producen un profundo impacto en la cadena de valor de una empresa.

El proceso de relaciones con los clientes también puede resultar afectado por las decisiones de la empresa respecto a la localización. Las tecnologías de información e Internet a veces ayudan a superar las desventajas relacionadas con la localización de una compañía. Sin embargo, hay algo que queda muy claro: la localización de las instalaciones de una empresa tiene impacto significativo en los costos de operación de la compañía, los precios que ésta cobra por los productos y servicio y la capacidad que tiene para competir en el mercado y penetrar nuevos segmentos de clientes. (Krajewski, Lee; Ritzman, Larry Y Malhotra, Manoj, 2008, págs. 420-421).

#### **2.1.1. Importancia de la localización de las instalaciones**

La selección del emplazamiento en el que se van a desarrollar las operaciones de la empresa es una decisión de gran importancia. Aunque se trate generalmente de una decisión infrecuente, la significación de su impacto y las implicaciones que se derivan de ella justifican una atención y consideración adecuada por parte de la dirección.

El carácter infrecuente hace que muchos directivos no estén habituados a afrontar estas cuestiones, y las interrelaciones con otras decisiones, ya que, por ser complejas, dificultan la comprensión de la verdadera importancia que tienen. (Carro, Roberto Y González, Daniel, 2012, pág. 1).

### **2.1.2. Decisiones sobre localizaciones**

En las decisiones sobre localización hay que elegir entre sitios múltiples en donde los criterios, por lo general, se circunscriben a cuestiones de costo, rentabilidad, tiempos de respuesta, cercanía a determinados lugares o algún otro de acuerdo a las características de la empresa o actividad llevada a cabo. Surgen problemas cuando se consideran en el análisis solamente muy pocos emplazamientos, mientras que en el otro extremo, también existen casos en que la selección resulta complicada por la gran variedad de lugares posibles entre los cuales elegir. Por lo general, podemos inferir que las decisiones sobre localización de instalaciones no escapan a dos elecciones principales:

1. Estar cerca del cliente, teniendo en cuenta los costos de movimientos y prioridades competitivas en base a tiempo, o
2. Ubicarse cerca de las fuentes de insumos aprovechando bajos costos de materiales y mano de obra. (Carro, Roberto Y González, Daniel, 2012, pág. 1).

### **2.1.3. Importancia de las decisiones sobre localización de instalaciones**

Viene justificada por dos razones principales. En primer lugar estas decisiones entrañan una inmovilización considerable de recursos financieros a largo plazo, pues las instalaciones son generalmente costosas, sobre todo si se trata de sofisticadas plantas de fabricación. Una vez construidas, la inversión efectuada no es recuperable sin sufrir graves perjuicios económicos (algunos de los costos en que se incurre no son realizables), además del tiempo y el esfuerzo empleados.

Por tanto, se trata de una decisión rígida que compromete a la empresa durante un largo periodo de tiempo; no obstante, en algunos casos, la compañía puede optar por instalaciones menos costosas o por alquilarlas, lo cual permite restar rigidez a esta decisión.

En segundo lugar, son decisiones que afectan a la capacidad competitiva de la empresa; así, una buena elección favorecerá el desarrollo de las operaciones de forma eficiente, mientras que una incorrecta impondrá considerables limitaciones a las mismas. Todas las áreas de la empresa pueden verse afectadas por la localización, no sólo el área de Operaciones, sino también la función Comercial, la de Personal, la Financiera, etc. Por otro lado, hay que tener presente que las consecuencias negativas de una mala localización no resultan siempre evidentes, pues suelen manifestarse en forma de costos de oportunidad, por tanto no vienen en los informes tradicionales de las empresas. (Carro, Roberto Y González, Daniel, 2012, pág. 1).

#### **2.1.4. Causas de decisiones sobre localización**

En general, las decisiones sobre localización podrían catalogarse de infrecuentes; de hecho la frecuencia con que se presenta este tipo de problemas depende de varios factores, entre ellos podemos citar el tipo de instalaciones. Entre las diversas causas que originan problemas ligados a la localización, podríamos mencionar:

1. Un mercado en expansión, que requerirá añadir nueva capacidad.
  2. La introducción de nuevos productos o servicios, que conlleva una problemática similar a la anterior.
  3. El agotamiento de las fuentes de abastecimiento de materias primas.
  4. La obsolescencia de una planta de fabricación.
  5. Cambios en otros recursos como la mano de obra o los componentes subcontratados o en las condiciones políticas o económicas de una región también son otras causas posibles de relocalización.
  6. Las fusiones y adquisiciones entre empresas pueden hacer que algunas resulten redundantes o queden mal ubicadas con respecto a las demás.
- (Carro, Roberto Y González, Daniel, 2012, pág. 2).

## **2.2. Estrategias de distribución de instalaciones**

La distribución de instalaciones es una de las decisiones clave que determinan la eficiencia de las operaciones a largo plazo.

En todos los casos, el diseño de la distribución debe considerar la manera de lograr lo siguiente:

1. Mayor utilización de espacio, equipo y personas
2. Mejor flujo de información, materiales y personas
3. Mejor ánimo de los empleados y condiciones de trabajo más seguras.
4. Mejor interacción con el cliente
5. Flexibilidad (cualquiera que sea la distribución actual, deberá cambiar).  
(Heizer, Jay Y Render, Barry, 2009, pág. 348).

### **2.2.1. Tipos de distribución**

Una distribución efectiva facilita el flujo de materiales, personas e información en y entre las áreas. Para lograr estos objetivos, se han desarrollado varios métodos:

1. Distribución de oficina: Posiciona a los trabajadores, su equipo, y sus espacios y oficinas para proporcionar el movimiento de información
2. Distribución de tienda: Asigna espacio de anaquel y responde al comportamiento del cliente
3. Distribución de almacén: Aborda los intercambios que se dan entre espacio y manejo de materiales.
4. Distribución de célula de trabajo: Acomoda maquinaria y equipo para enfocarse en la producción de un solo producto o de un grupo de productos relacionados
5. Distribución orientada al producto: Busca la mejor utilización de personal y maquinaria en la producción repetitiva o continua. (Heizer, Jay Y Render, Barry, 2009, pág. 348).

### **2.2.1.1. Distribución de oficinas**

La distribución de oficinas requiere el agrupamiento de trabajadores, equipos y espacios para proporcionar comodidad, seguridad y movimiento de la información. La distinción principal de las distribuciones de oficina es la importancia que se le da al flujo de información. Estas distribuciones están en flujo constante a medida que el cambio tecnológico altera la manera en que funcionan las oficinas.

Por otra parte, algunas consideraciones sobre la distribución son universales (muchas de las cuales se aplican tanto a fábricas como a oficinas). Estas consideraciones se refieren a las condiciones de trabajo, al trabajo en equipo, a la autoridad y al estatus.

¿Las oficinas deben ser privadas o cubículos abiertos? ¿Debe haber gabinetes bajos para estimular la comunicación informal o gabinetes altos para reducir el ruido y contribuir a la privacidad? ¿Todos los empleados deben usar la misma entrada, baños, casilleros y cafetería? Como se mencionó anteriormente, las decisiones de distribución son parte ciencia y parte arte. A continuación se presentan dos ejemplos:

Cuando Deloitte & Touche encontró que entre el 30% y el 40% de sus escritorios estaban desocupados en un momento dado, la compañía desarrolló sus “programas de hospedaje”.

Los consultores perdieron sus oficinas permanentes; cualquiera que planea estar en el edificio (en vez de estar fuera con los clientes) solicita una oficina a través de un “conserje”, quien cuelga el nombre del consultor en la puerta durante el día y llena el espacio con los materiales solicitados.

Cisco Systems redujo en un 37% sus costos por renta y servicios del sitio de trabajo y obtuvo beneficios por 2,400 millones de dólares al reducir el área, reconfigurar el espacio, crear oficinas móviles con todo sobre ruedas, y diseñar áreas de innovación del tipo “deshazte de todo”. Vea figura 2.3. (Heizer, Jay Y Render, Barry, 2009, pág. 350).

Figura: Gráfica de relaciones en la oficina

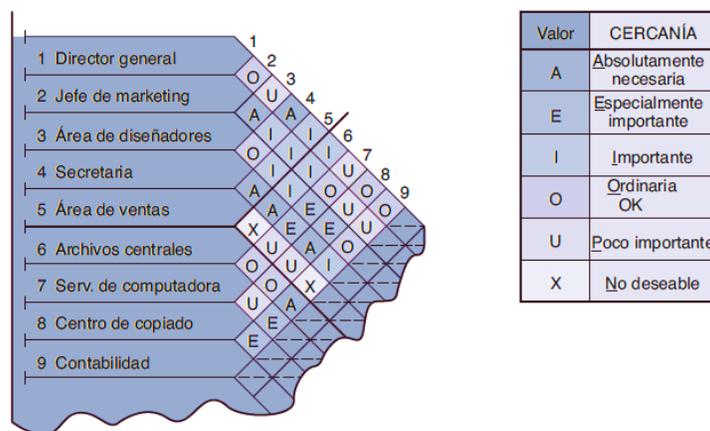


Figura 2.3. (Heizer, Jay Y Render, Barry, 2009, pág. 350)

### 2.2.1.2. Distribución de tiendas

La distribución de tiendas al menudeo se basa en la idea de que las ventas y la rentabilidad varían directamente con la exposición del cliente a los productos. Así, en las tiendas, la mayoría de los administradores de operaciones tratan de exponer a los clientes al mayor número de productos posible.

Ciertos estudios muestran que entre mayor sea la tasa de exposición, mayores serán las ventas y más alto será el rendimiento sobre la inversión. Existen cinco ideas útiles para determinar el arreglo global de muchas tiendas:

1. Ubicar los artículos con ventas altas en la periferia de la tienda. Un ejemplo de esta táctica se muestra en la figura 2.4.
2. Distribuir lo que se conoce en el comercio como “artículos poderosos” artículos que pueden dominar cuando se va de compras en ambos lados del pasillo y dispersarlos para aumentar la atención hacia otros artículos.
3. Comunicar la misión de la tienda seleccionando cuidadosamente la posición del departamento más importante. Por ejemplo, si los alimentos preparados son parte de la misión de un supermercado, la panadería y la salchichonería deben estar al frente para agradar a los clientes orientados a las compras de conveniencia.

Figura: Distribución de una tienda de lácteos y panadería ubicados en diferentes áreas

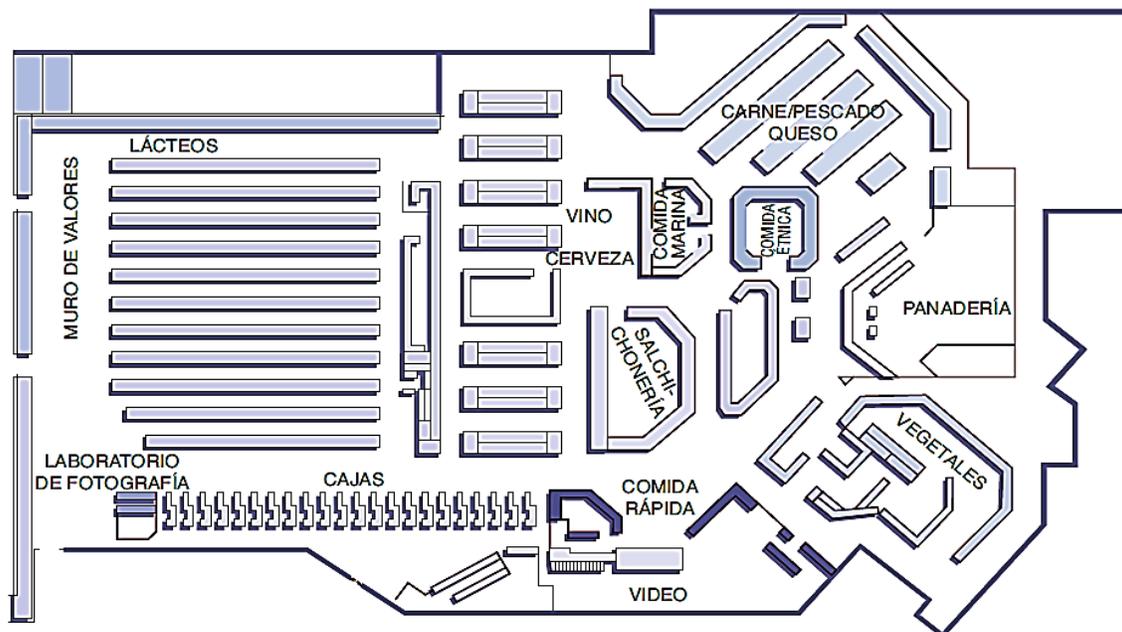


Figura: 2.4. (Heizer, Jay Y Render, Barry, 2009, pág. 351)

Una vez que se ha decidido la distribución general de la tienda, los productos deben acomodarse para su venta. En este acomodo se involucran muchas consideraciones. Sin embargo, el objetivo principal de la distribución de tiendas es maximizar la rentabilidad por metro cuadrado del espacio en piso (o, en algunas tiendas, en metros lineales de espacio en anaquel). Los artículos caros pueden producir ventas grandes en cuanto al monto de dinero, pero la utilidad por metro cuadrado llega a ser menor. Existen programas de cómputo para ayudar a los administradores a evaluar la rentabilidad de distintos planes de comercialización para cientos de categorías: esta técnica se conoce como administración de la categoría.

Un aspecto adicional, y algo controvertido, en la distribución de tiendas es la llamada inserción. Las tarifas de inserción son las cuotas que pagan los fabricantes para que sus productos se exhiban en los anaqueles de una cadena de supermercados.

La competencia por el espacio de anaquel ha avanzado con los sistemas de punto de venta y la tecnología del escáner, los cuales mejoran la administración de la cadena de suministro y el control de inventarios. (Heizer, Jay Y Render, Barry, 2009, pág. 351).

### ***2.2.1.3. Distribuciones de almacenes y almacenamiento***

El objetivo de la distribución de almacenes es encontrar el intercambio óptimo entre los costos del manejo y los costos asociados con el espacio de almacén. En consecuencia, la tarea de la administración es maximizar la utilización del “cubo” total del almacén, es decir, usar todo su volumen mientras mantiene bajos los costos por manejo de materiales.

El costo por manejo de materiales se define como todos los costos relacionados con la transacción. Comprenden el transporte de entrada, almacenamiento, y transporte de salida de los materiales que se almacenarán. Estos costos incluyen equipo, personal, material, supervisión, seguros y depreciación. Por supuesto, una distribución de almacén efectiva también minimiza los daños y desperdicios de material dentro del almacén. (Heizer, Jay Y Render, Barry, 2009, pág. 353).

### ***2.2.1.4. Distribución de posición fija***

En la distribución de posición fija, el proyecto permanece en un lugar y los trabajadores y el equipo llegan a esa área de trabajo. Ejemplos de este tipo de proyecto son un barco, una carretera, un puente, una casa y una mesa de operaciones en un quirófano. Las técnicas para enfrentar los problemas de distribución de posición fija no están bien desarrolladas y se complican por tres factores. Primero, existe un espacio limitado en casi todos los sitios. Segundo, en las diferentes etapas de un proyecto se necesitan distintos materiales; por lo tanto, artículos distintos se vuelven críticos a medida que el proyecto avanza. Tercero, el volumen de los materiales necesarios es dinámico. (Heizer, Jay Y Render, Barry, 2009, pág. 355).

### **2.2.1.5. Distribución orientada al proceso**

Una distribución orientada al proceso puede manejar en forma simultánea una amplia variedad de productos o servicios. Es la forma tradicional de apoyar una estrategia de diferenciación del producto. Resulta más eficiente cuando se elaboran productos con distintos requerimientos o cuando se manejan clientes, pacientes o consumidores con distintas necesidades. (Heizer, Jay Y Render, Barry, 2009, pág. 356).

## **2.3. Estrategia de procesos**

Un proceso implica el uso de los recursos de una organización para producir algo de valor. Ningún servicio puede prestarse y ningún producto puede fabricarse sin un proceso, y ningún proceso puede existir sin un servicio o producto por lo menos. Una cuestión recurrente en la administración de procesos es decidir cómo proporcionar los servicios o fabricar los productos.

Otra decisión se refiere a qué procesos se llevarán a cabo internamente y cuáles se subcontratarán, es decir, cuáles se realizarán fuera de la empresa y se comprarán como materiales y servicios. Esta decisión ayuda a definir la cadena de valor y se explica en capítulos posteriores. Las decisiones de mejoramiento de los procesos deben tomarse cuando:

1. Existe una brecha entre las prioridades competitivas y las capacidades competitivas.
2. Se ofrece un producto o servicio nuevo o modificado sustancialmente.
3. Es necesario mejorar la calidad.
4. Han cambiado las prioridades competitivas.
5. La demanda de un servicio o producto está cambiando.
6. El desempeño actual es inadecuado.
7. Ha cambiado el costo o la disponibilidad de los insumos.
8. Los competidores ganan terreno por el uso de un nuevo proceso.
9. Se hallan disponibles nuevas tecnologías.
10. Alguien tiene una idea mejor.

Hay tres principios relativos a las decisiones sobre los procesos que revisten importancia especial.

1. La clave de las decisiones exitosas sobre los procesos radica en elegir opciones apropiadas para la situación y que funcionan bien en conjunto. Dichas opciones no deben contraponerse, como cuando un proceso se optimiza a costa de los demás. Un proceso más eficaz es aquel cuyas características esenciales concuerdan y tiene un buen ajuste estratégico.
2. Aunque esta sección del texto se centra en los procesos individuales, éstos son los componentes básicos que finalmente crean toda la cadena de valor de la empresa.
3. Ya sea que los procesos que intervienen en la cadena de valor se ejecuten internamente o por proveedores externos, la gerencia debe prestar especial atención a las relaciones entre los procesos. (Krajewski et al., 2008, pág. 121).

### **2.3.1. Decisiones principales sobre los procesos**

Las decisiones sobre los procesos afectan directamente al propio proceso e indirectamente a los servicios y productos que produce. Ya sea que se trate de procesos para oficinas, proveedores de servicios o fabricantes, los gerentes de operaciones deben considerar cuatro decisiones comunes sobre los procesos. Vea figura 2.5.

Figura: Principales decisiones para procesos eficaces

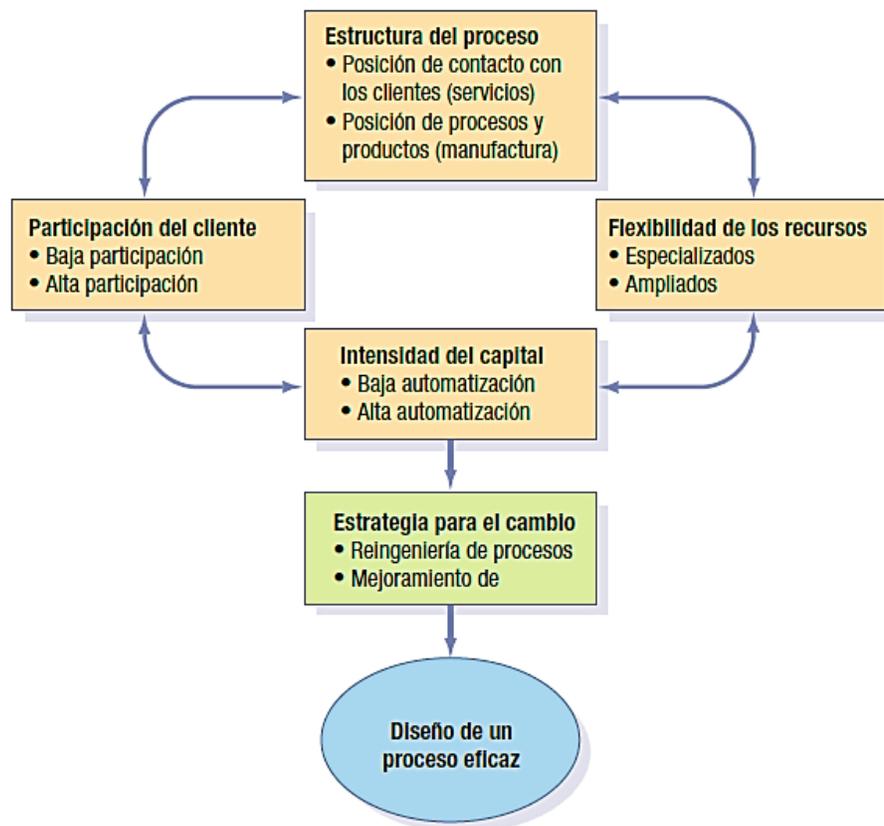


Figura: 2.5. (Krajewski et al., 2008, pág. 122)

1. La estructura del proceso: determina cómo se diseñarán los procesos en relación con los tipos de recursos necesarios, cómo se repartirán los recursos entre los procesos y las características fundamentales de éstos. Cuando se trata de servicios, entre los primeros aspectos que deben tomarse en cuenta para tomar estas decisiones están la cantidad y tipo deseados de contacto con los clientes y las prioridades competitivas que el diseño del proceso debe contemplar.
2. La participación del cliente: refleja el modo en que los clientes forman parte del proceso y el grado de dicha participación.

3. La flexibilidad de los recursos: es la facilidad con la que los empleados y el equipo manejan una amplia variedad de productos, niveles de producción, tareas y funciones.
4. La intensidad del capital: es la mezcla de equipo y habilidades humanas que intervienen en un proceso. Cuanto mayor sea el costo relativo del equipo, tanto mayor será la intensidad del capital.

Estas cuatro decisiones se entienden mejor al nivel del proceso o subproceso que al nivel de la empresa. Las decisiones sobre los procesos actúan como componentes básicos que se usan de diferentes maneras para lograr procesos eficaces. (Krajewski et al., 2008, págs. 121-122).

### **2.3.2. Naturaleza de los procesos de servicio: contacto con el cliente**

Una buena estrategia para un proceso de servicio depende sobre todo del tipo y cantidad de contacto con el cliente. El contacto con el cliente es la medida en que el cliente está presente, participa activamente y recibe atención personal durante el proceso de servicio.

En contraste con un proceso de manufactura, el cliente puede ser parte significativa del propio proceso. El concepto de procesos anidados aplica al contacto con el cliente, porque algunas partes de un proceso pueden requerir poco contacto y otras mucho. Además, incluso un subproceso puede tener un nivel alto de contacto en algunas dimensiones y bajo en otras. (Krajewski et al., 2008, págs. 122-123).

### **2.3.3. Patrones de decisiones para procesos**

El común denominador de las decisiones sobre los procesos de servicio es principalmente el contacto con el cliente. Un nivel alto de contacto con el cliente en un proceso de servicio de mostrador significa:

1. Estructura del proceso: El cliente (interno o externo) está presente, participa activamente y recibe atención personal. Estas condiciones crean procesos con alto nivel de complejidad y divergencia y flujos flexibles de proceso.

2. Participación del cliente: Cuando el contacto con el cliente es alto, hay más probabilidades de que éste forme parte del proceso. El servicio creado para cada cliente es único.
3. Flexibilidad de los recursos; Un alto grado de divergencia y flujos flexibles de proceso se corresponden con una mayor flexibilidad de los recursos del proceso.
4. Intensidad de capital: cuando el volumen es más alto, la automatización y la intensidad de capital son más factibles. La tecnología informática es uno de los principales tipos de automatización en muchos procesos de servicio, que conjunta tanto la flexibilidad de recursos como la automatización.

El común denominador de las decisiones sobre los procesos de manufactura es el volumen. Los volúmenes altos en un proceso de manufactura típicamente significan:

1. Opción de proceso: Los altos volúmenes en la línea de pan de King Soopers, en combinación con un producto estándar, posibilitan un flujo en línea. Ocurre precisamente lo contrario con los pasteles personalizados de King Soopers, en los que un proceso de trabajo produce pasteles de conformidad con pedidos específicos de los clientes.
2. Participación del cliente: La participación del cliente no es un factor que influya en la mayoría de los procesos de manufactura, salvo por las decisiones que se toman sobre la variedad de productos y la personalización. Se permite menos discrecionalidad en los procesos en línea o de flujo continuo para evitar las exigencias impredecibles requeridas por los pedidos personalizados.
3. Flexibilidad de recursos. Cuando los volúmenes son altos y la divergencia del proceso es baja, la flexibilidad no se necesita para utilizar los recursos con eficacia, y la especialización puede producir procesos más eficientes.
4. Intensidad de capital. Los volúmenes altos justifican los elevados costos fijos de una operación eficiente. (Krajewski et al., 2008, págs. 139-140).

## **2.4. Estrategia de planeación de la red**

Todo proceso que el gerente de logística y de la cadena de suministros utiliza para configurar la red de instalaciones y para definir el flujo del producto a través de éste requiere información, herramientas de computación y un proceso de análisis que lleve a un buen diseño de la red. (Ballou, 2004, pág. 618).

### **2.4.1. El problema de la configuración de la red**

El problema de la configuración de la red es el relativo a la especificación de la estructura a través de la cual fluyen los productos desde sus puntos de origen hacia los puntos de demanda. Esto implica la determinación de las instalaciones que se utilizarán, si existen; el número y ubicación de ellas; los productos y clientes asignados a ellas; los servicios de transporte utilizados entre ellas; el lugar de origen, las actividades entre instalaciones y la distribución hacia los flujos de productos de los clientes; así como los niveles de inventario que se mantienen en las instalaciones.

Los almacenes de campo, a su vez, son atendidos por almacenes regionales o directos desde puntos de origen. Es decir, puede haber más de un diseño de red para los productos de una compañía. Este problema de diseño de red tiene aspectos espaciales, así como temporales. El aspecto espacial, o geográfico, se refiere a la ubicación de las instalaciones sobre un plano geográfico, como plantas, almacenes y tiendas de menudeo.

El número, tamaño y ubicaciones de las instalaciones se determinan mediante el balance de los siguientes aspectos contra los requerimientos de servicio al cliente expresados geográficamente: costos de producción y de compras; costos de manejo de inventario; costos de la instalación (costos de almacenamiento, manejo y fijos), y costos de transportación. El problema temporal, o de tiempo, dentro de la planeación de red consiste en mantener la disponibilidad del producto para cumplir los objetivos de servicio al cliente. (Ballou, 2004, págs. 619-621).

### **2.4.2. Datos para la planeación de la red**

La planeación de red puede requerir una base de datos sustancial que se derive de muchas fuentes. Aunque cierta información pueda ser específica de un problema particular de configuración de red, buena parte de la base de datos puede generalizarse.

Puede incluir:

1. Un listado de todos los productos en la línea de producto
  2. Ubicaciones de los clientes, puntos de almacenamiento y puntos de suministro
  3. Demanda de cada producto por ubicación de clientes
  4. Tarifas o costos de transportación
  5. Tiempos de tránsito, tiempos de transmisión de pedidos, y ritmos de surtido de pedidos
  6. Tarifas o costos del almacenamiento
  7. Costos de producción/compras
  8. Tamaños de envío por producto
  9. Niveles de inventario por ubicación por producto y los métodos para controlarlos
  10. Patrones de pedidos por frecuencia, tamaño, temporada y contenido.
- (Ballou, 2004, págs. 621-622).

### **2.4.3. Documentos operativos del negocio**

Toda empresa genera muchos documentos para administrar los distintos aspectos del negocio. Algunos de ellos pueden estar relacionados con las actividades logísticas, pero muchos otros se preparan para otros propósitos. Estos pueden también proporcionar datos, pero no información que sea directamente utilizable para la planeación. Ahora analicemos algunos de estos documentos, comenzando con el pedido de ventas.

El pedido de ventas, y su documentación acompañante, es una fuente primaria de datos a partir de la cual puede derivarse una variedad de información esencial de logística.

Las ubicaciones de los clientes, los niveles de ventas de productos en el tiempo y por ubicación, los términos de las ventas, las ubicaciones de atención, los tamaños de envíos, el estatus del inventario y ritmos de atención/surtido de pedidos, y los niveles de servicio al cliente son sólo algunos de los tipos de información que pueden obtenerse a partir del sistema de procesamiento de pedidos de venta. (Ballou, 2004, pág. 622).

## **Capítulo tres: Estrategias del transporte**

La transportación generalmente representa el elemento individual más importante en los costos de logística para la mayoría de las empresas. En este capítulo se enfatiza lo que será esencial para el responsable de logística en sus objetivos de dirección. El enfoque se encuentra en las instalaciones y servicios que constituyen el sistema de transporte, y en las tarifas (costos) y desempeño de los distintos servicios de transporte que un administrador puede seleccionar. (Ballou, 2004, pág. 164).

### **3.1. Fundamentos de transporte**

Hablar de transporte en logística es hablar del movimiento de la carga en todos sus modos, mediante los cuales se trasladan insumos, materias primas y productos terminados de un punto a otro según la planificación de la demanda, por ello representa una parte fundamental en la logística de cualquier tipo de producto. El servicio de transporte tiene como finalidad el cumplir con los tiempos de entrega establecidos entregando el producto en buena calidad. (Cazal, 2022). Párr. 1.

#### **3.1.1. Importancia de un sistema eficaz de transporte**

Sólo se necesita comparar las economías de una nación "desarrollada" con las de una "en desarrollo" para ver la participación que tiene el transporte en la creación de un nivel alto de actividad económica. Es típico de la nación en desarrollo que la producción y el consumo tengan lugar en un sitio cercano, que mucha de la fuerza de trabajo participe en la producción agrícola, y que una baja proporción de la población total viva en áreas urbanas. Con la llegada de los servicios de transporte de bajo costo y disponibilidad inmediata, la estructura integral de la economía cambia hacia la de las naciones desarrolladas.

Las grandes ciudades se generan de la migración de la población a centros urbanos, las áreas geográficas limitan la producción a una estrecha gama de productos y el estándar económico de vida para el ciudadano promedio por lo general se eleva.

Más específicamente, un sistema eficiente y económico de transporte contribuye a una mayor competencia en el mercado, a mayores economías de escala en la producción y a la reducción de precios en bienes. (Ballou, 2004, pág. 165).

### **3.1.2. Mayor competencia**

Con un sistema de transporte poco desarrollado, la amplitud del mercado se limita a las áreas que rodean en forma cercana el punto de producción. A menos que los costos de producción sean extremadamente bajos comparados con los de un segundo punto de producción (es decir, la diferencia de costos de producción compensa los costos de transportación de atender al segundo mercado), es probable que no haya mucha competencia. Sin embargo, con las mejoras en el sistema de transporte, los costos reducidos para productos en mercados distantes pueden ser competitivos contra otros productos que se venden en los mismos mercados.

Además de impulsar la competencia directa, el transporte de bajo costo y de alta calidad también impulsa una forma indirecta de competencia al hacer que los bienes estén disponibles en un mercado que normalmente no podría solventar el costo de transportación. En realidad, se podrían incrementar las ventas mediante la penetración del mercado normalmente no disponible para ciertos productos. Los bienes de una región foránea tienen efecto estabilizador sobre los precios de todos los bienes similares en el mercado. (Ballou, 2004, pág. 165).

### **3.1.3. Economías de escala**

Mercados más amplios crean costos más bajos de producción. Con el volumen más grande proporcionado por estos mercados se puede hacer uso más intenso de las instalaciones productivas, y en consecuencia la especialización de la mano de obra.

Además, el transporte de bajo costo también permite la descentralización de los mercados y sitios de producción. Esto proporciona un grado de libertad al elegir sitios de producción de tal forma que la producción pueda ubicarse donde exista una ventaja geográfica. (Ballou, 2004, pág. 166).

#### **3.1.4. Precios reducidos**

La transportación de bajo costo también contribuye a los precios de producción reducidos. Esto ocurre no sólo debido a la competencia creciente en el mercado, sino también porque el transporte es un componente del costo junto con la producción, venta y otros gastos de distribución que componen el costo agregado del producto. Al volverse más eficiente la transportación, igual que al ofrecer un desempeño mejorado, la sociedad se ve beneficiada con un mayor nivel de vida. (Ballou, 2004, pág. 166).

#### **3.1.5. Opciones de servicios y sus características**

El usuario de transportación tiene una amplia gama de servicios a su disposición que giran alrededor de cinco modalidades o modos básicos: marítimo, ferroviario, por camión, aéreo y por ductos o conducto directo. Un servicio de transporte es un conjunto de características de desempeño que se adquieren a determinado precio. La variedad de servicios de transportación es casi ilimitada.

Las cinco modalidades se pueden usar combinadas (por ejemplo, transportación en plataformas o en contenedores); pueden utilizarse agencias de transportación, asociaciones de expedidores y corredores para facilitar estos servicios; los transportistas de envíos pequeños pueden usarse por su eficiencia en el manejo de paquetes pequeños; o se puede utilizar de manera exclusiva un solo modo de transportación. Entre estas opciones de servicio, el usuario elige un servicio o combinación de servicios que proporcione el mejor balance entre la calidad del servicio ofrecido y el costo de tal servicio.

La tarea de elección de opción de servicio no es tan intimidante como parece en un principio, debido a que las circunstancias que rodean una situación particular de envío muchas veces reducen las opciones sólo a unas pocas posibilidades razonables.

Como auxilio en la resolución del problema de elección del servicio de transportación, éste debe ser visto en términos de características básicas para todos los servicios, como: precio, tiempo de tránsito promedio, variación del tiempo de tránsito, y pérdidas y daños. Estos factores parecen ser los más importantes para los responsables de la toma de decisiones como lo han revelado numerosos estudios al paso de los años.<sup>2</sup> Se presume que el servicio está disponible y puede ser suministrado con una frecuencia que lo hace atractivo como una opción posible de servicio.

#### Precio

El precio (costo) del servicio de transporte para un consignatario será simplemente la tarifa de transporte de línea para el desplazamiento de bienes y cualquier cargo accesorio o terminal por servicio adicional proporcionado. En el caso de servicio por contrato, la tarifa cargada para el desplazamiento de bienes entre dos puntos más cualquier cargo adicional, como recoger la mercancía en el origen, la entrega en el destino, el seguro o la preparación de bienes para el envío, constituirán el costo total de servicio.

Cuando el consignatario es dueño del servicio (por ejemplo, una flota de camiones), el costo del servicio será una asignación de los costos relevantes a un envío particular. Los costos relevantes incluyen rubros como combustible, mano de obra, mantenimiento, depreciación del equipo y costos administrativos.

#### Tiempo de tránsito y variabilidad

Encuestas repetidas han mostrado que el tiempo de entrega promedio y la variabilidad del tiempo de entrega se clasifican en los primeros lugares de las listas de características importantes de desempeño. El tiempo de entrega (en tránsito) se refiere por lo general al tiempo promedio de entrega que le toma a un envío desplazarse desde su punto de origen a su destino.

Los distintos modos de transportación varían según la posibilidad de proporcionar una conexión directa entre los puntos de origen y destino. Por ejemplo, los envíos se mueven por transporte aéreo entre los aeropuertos o en transporte acuático entre puertos marítimos.

Sin embargo, para propósitos de comparación del desempeño del transportista, es mejor medir el tiempo de tránsito puerta a puerta incluso si está implicado más de un modo. Aunque el movimiento principal de un envío pueda ser por ferrocarril, la recolección y la entrega local se hacen por lo general por camión si ningún apartadero ferroviario está disponible en los puntos de origen y de destino del embarque.

Variabilidad se refiere a diferencias ordinarias que ocurren entre los envíos por diferentes modalidades. Los envíos que tienen los mismos puntos de origen y de destino y que se desplazan sobre la misma modalidad no estarán necesariamente en tránsito durante el mismo periodo debido a los efectos del clima, la congestión del tráfico, el número de paradas, y las diferencias en el tiempo para consolidar envíos. La variabilidad del tiempo de tránsito es una medida de la incertidumbre en el desempeño del transportista.

Las estadísticas sobre el desempeño del transportista no son extensas, debido a que ningún negocio utiliza el sistema de transporte total lo suficiente para proporcionar comparaciones valiosas sobre una escala más grande. Sin embargo, las agencias militares y gubernamentales usan ampliamente el sistema de transporte nacional para toda clase de movimientos de artículos y mantienen buenos registros de los tiempos de entrega.

#### Pérdidas y daños

Debido a que los transportistas difieren en su habilidad para desplazar la carga sin pérdidas ni daños, la experiencia en pérdidas y daños se vuelve un factor importante en la selección de un transportista. La condición del producto es una consideración principal del servicio al cliente. Los transportistas comunes tienen la obligación de desplazar la carga con una rapidez razonable y de hacerlo con cuidado razonable con el fin de evitar pérdidas o daños. Esta posibilidad se aminora si la pérdida y el daño son resultado de un desastre natural, incumplimiento del consignatario u otras causas fuera del control del transportista.

Posiblemente, la pérdida más notable que el consignatario pueda enfrentar se relaciona con el servicio al cliente. El envío de bienes puede ser para reabastecer el inventario del cliente o para su uso inmediato. Los envíos demorados o bienes que llegan en pésimas condiciones implicarán inconvenientes para el cliente o tal vez costos de inventario más altos que surgen de un mayor número de inventarios agotados o pedidos con retraso cuando el inventario de reabastecimiento anticipado no se recibe como lo planeado. (Ballou, 2004, págs. 167-171).

### **3.2. Opciones de servicio sencillo**

Cada uno de los cinco modos básicos de transportación ofrece sus servicios en forma directa al usuario. Esto contrasta con el uso de un "intermediario de transportación", como un agente transportista, quien vende servicios de transportación, pero por lo general no posee (ni en menor medida) capacidad de desplazamiento de transporte de línea. El servicio de modo simple también se compara con los servicios que implican dos o más modos individuales de transporte. (Ballou, 2004, pág. 171).

#### **3.2.1. Ferrocarril**

El ferrocarril es una empresa de transporte de larga distancia y baja velocidad para materias primas (carbón, madera y químicos) y productos manufacturados de bajo valor (productos alimentarios, de papel y de madera) que prefiere desplazar tamaños de envío de al menos un vagón completo. En 1999, la longitud promedio de un recorrido de este tipo fue de 712 millas (1145 km) con una velocidad promedio del tren de 20 millas por hora (32 km por hora). La distancia promedio de recorrido en un día fue de 64 millas (103 km) en el servicio de transporte de línea.

Esta relativa baja velocidad y corta distancia recorrida en un día refleja el hecho de que la mayor parte del tiempo de vagón de carga (86%) se destina a las operaciones de carga y descarga, al desplazamiento de un lugar a otro dentro de las terminales, a la clasificación y ensamblado de vagones en los trenes o a los tiempos muertos durante un desplome estacional de la demanda de vagones.

El servicio de ferrocarril existe en dos formas legales: el transportista común o la propiedad privada. El transportista común vende sus servicios de transportación a todos los consignatarios y está guiada por las regulaciones económicas<sup>6</sup> y de seguridad de las agencias gubernamentales apropiadas.

En contraste, los transportistas privados son propiedad del consignatario con la intención común de servir sólo al propietario. Debido al ámbito limitado de las operaciones de transportistas privados, no se requiere ninguna regulación económica. Casi todo el movimiento ferroviario es del tipo de transportista común. (Ballou, 2004, págs. 171-172).

### **3.2.2. Camión**

En contraste con el ferrocarril, el transporte por camión es un servicio de transportación de productos semi terminados y terminados con una longitud de carga promedio de recorrido de 717 millas (1,150 km) para un servicio menor que un camión de carga (LTL por sus siglas en inglés) y de 286 millas (460 km) para camión de carga (TL, por sus siglas en inglés). Además, los camiones desplazan la carga con menores tamaños promedio de envío que el ferrocarril.

Más de la mitad de los envíos por camión son menores de 10,000 libras (4,500 kg) o de volumen LTL. Las ventajas inherentes del transporte por camión son su servicio puerta a puerta, que implica que no hay carga o descarga entre el origen y el destino, como sucede por lo general para las modalidades por ferrocarril y avión; su frecuencia y disponibilidad de servicio; y su velocidad y conveniencia de la puerta a puerta.

Los servicios de camión y tren muestran algunas diferencias distintivas, aunque compiten por muchos de los mismos envíos de productos. Primero, además de la clasificación general legal privada de los transportistas, la transportación por camión ofrece también servicios como transportistas por contrato, los cuales no se contratan para servir a todos los consignatarios como lo hacen los transportistas por contrato.

En segundo lugar/los camiones pueden ser menos capaces de manejar todos los tipos de carga en comparación con el tren; principalmente, debido a las restricciones de seguridad de autopistas, que limitan las dimensiones y peso de los envíos.

La mayor parte de los envíos deben ser menores que el popular camión de carga de 40 a 53 pies menos que tenga una base doble o triple) y menos de 8 ft (2.5 m) de amplitud y 8 ft de altura para asegurar visibilidad de carretera. Equipo especialmente diseñado puede aceptar cargas con dimensiones diferentes a éstas.

En tercer lugar, los camiones de carga ofrecen entregas de rapidez razonable y entrega confiable para envíos LTL: El camionero necesita llenar sólo un tráiler antes de desplazar el envío, en tanto que el ferrocarril debe preocuparse de llenar un tren de 50 carros o más. En el balance, el camión tiene la ventaja de servicio en el mercado de envíos pequeños. (Ballou, 2004, págs. 172-173).

### **3.2.3. Avión**

El transporte aéreo ha sido considerado por un mayor número de consignatarios para servicio regular, aunque las tarifas de transporte aéreo exceden las del transporte por camión por más de dos veces, y las del ferrocarril por más de 16 veces. El atractivo del transporte aéreo es su rapidez origen-destino sin igual, en especial a través de largas distancias.

La magnitud promedio de un transporte de carga es de 1,001 millas (1,611 km). Los aviones comerciales tienen velocidades de crucero entre 545 y 585 millas (880 y 940 km) por hora, aunque la velocidad promedio de aeropuerto a aeropuerto sea algo menor que la velocidad de crucero debido al tiempo de taxeo y de espera de cada aeropuerto y al tiempo necesario de ascenso y descenso desde la altitud de crucero. (Ballou, 2004, pág. 173).

### **3.2.4. Barco**

El servicio de transportación marítima está limitado en su alcance por muchas razones. El servicio de aguas nacionales se confina al sistema de caminos acuíferos en tierra, el cual requiere que los consignatarios estén ubicados sobre los caminos acuíferos o utilicen otro modo de transporte en combinación con éste. Además, el servicio marítimo es en promedio más lento que el ferrocarril. (Ballou, 2004, pág. 174).

### **3.2.5. Ductos**

A la fecha, la transportación por ductos ofrece un rango muy limitado de servicios y capacidades. Los productos que se adecúan de manera más económica a transportarse por ductos son el petróleo crudo y sus productos refinados. Sin embargo, existe alguna experimentación con la transportación de productos sólidos suspendidos en un líquido, denominado "lechoso", o con el almacenamiento de productos sólidos en cilindros que a su vez se mueven en un líquido dentro de los ductos. Si estas innovaciones demuestran ser económicas, el servicio de ductos puede expandirse de manera importante. Las primeras experiencias con carbón suspendido en un líquido no han sido favorables, debido a que los ductos se han deteriorado.

El desplazamiento de productos en ductos es muy lento, cerca de 3 o 4 millas por hora (5 o 6.5 km/h). Esta lentitud se atenúa por el hecho de que los productos se mueven durante 24 horas al día los siete días de la semana. Esto hace que la velocidad efectiva sea mucho mayor cuando se compara con otros modos. La capacidad de los ductos es alta si se considera que un flujo de 3 millas por hora (5 km/h) en un ducto de 12 pulgadas (30 m) de diámetro puede mover 89,000 galones (337,000 litros) por hora. (Ballou, 2004, pág. 175).

### **3.3. Decisiones sobre el transporte**

La transportación es un área de decisiones clave en la mezcla de la logística. Exceptuando el costo de adquisiciones, la transportación absorbe, en promedio, un porcentaje más alto de los costos de logística que cualquier otra actividad logística. Aunque las decisiones sobre el transporte se expresan en una variedad de formas, las principales son la selección del modo, el diseño de la ruta, la programación de los vehículos y la consolidación del envío. Vea figura 3.6. (Ballou, 2004, pág. 219).

Figura: Decisiones sobre el transporte

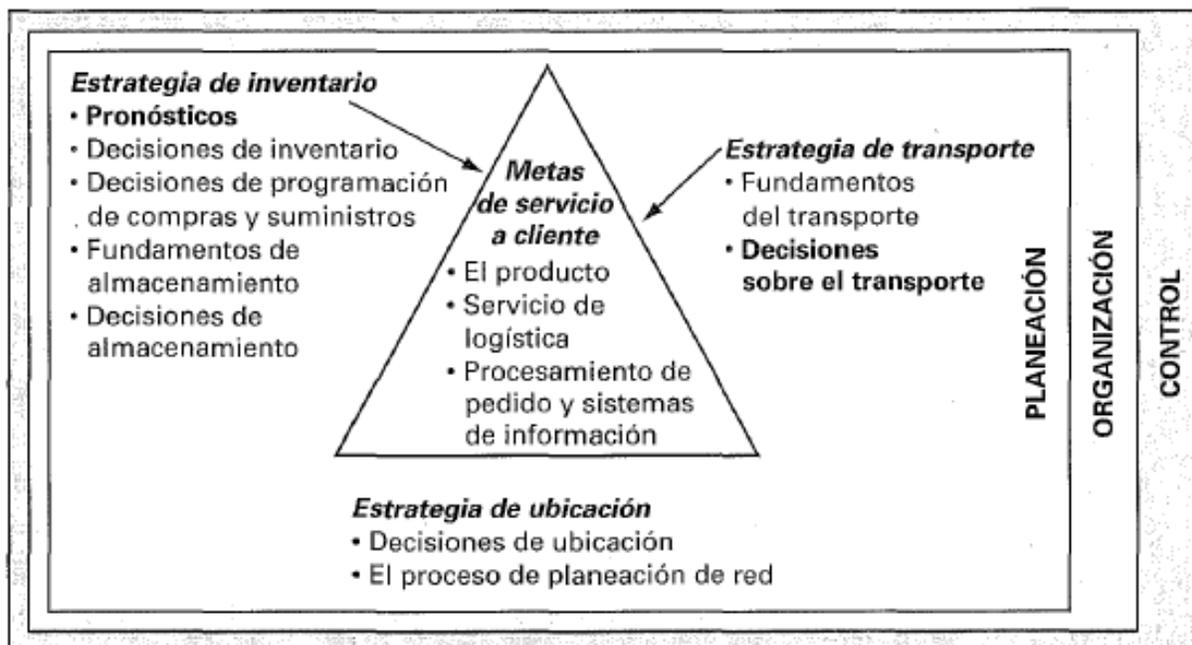


Figura: 3.6. (Ballou, 2004, pág. 239)

### 3.3.1. Selección de los servicios de transporte

La selección de un modo de transporte o la oferta de servicio que incluya un modo de transportación depende de las diferentes características del servicio. McGinnis descubrió seis variables clave para elegir un servicio de transporte:

1. Tarifas de flete
2. seguridad o confiabilidad
3. Tiempo en tránsito
4. Pérdidas, daños, procesamiento de quejas y reclamaciones, y rastreo
5. Consideraciones de mercado del consignatario
6. Consideraciones del transportista.

Aunque las tarifas de flete son importantes y pueden ser determinantes de la elección en algunas situaciones, el servicio por lo general sigue siendo más importante. Como dicen Evers y colaboradores: "La puntualidad y la disponibilidad son muy importantes para cada modo, en tanto que el contacto con la empresa, la conveniencia, la restitución y el costo son de menor importancia". Otros estudios apoyan la misma idea.

Se considera que el servicio de transportación no puede ser elegido si no está disponible, entonces el tiempo en tránsito (velocidad) y la variabilidad del tiempo en tránsito (confiabilidad) quedan como los factores clave para elegir un servicio, seguidos por el costo. En Estados Unidos, los consignatarios dan preferencia a la seguridad y responsabilidad por encima del costo y de otras variables del servicio. (Ballou, 2004, pág. 220).

### **3.3.2. Equilibrio de costos básicos**

Cuando el servicio de transportación no se usa para conseguir una ventaja competitiva, la mejor opción de servicio se halla mediante la compensación entre el costo de usar un servicio particular de transporte y el costo indirecto de inventarios asociado al desempeño de la modalidad seleccionada. Es decir, la velocidad y la confiabilidad afectan los niveles de inventario, tanto del consignatario como del comprador (tanto el almacenamiento de pedidos como la seguridad), así como la cantidad de inventario que está en tránsito entre la ubicación del consignatario y la del comprador. Cuanto más lentos y menos confiables sean los servicios que se seleccionen, más inventario aparecerá en el canal.

Los costos de manejo de inventario pueden compensar los costos más bajos del servicio de transportación. Dadas varias alternativas, el servicio favorecido será aquel que ofrezca el costo total más bajo, que sea consistente con los propósitos del servicio al cliente y que a la vez satisfaga los objetivos de servicio al cliente.

Los efectos del desempeño de la transportación, parecidos a los del inventario, pueden verse en la programación de la producción. Los sistemas de producción que operan con poco o ningún inventario de materias primas son muy vulnerables a los retrasos y paros por la variabilidad en el desempeño del transporte. (Ballou, 2004, pág. 220).

### **3.3.3. Consideraciones competitivas**

La selección de una modalidad de transporte se puede usar para crear una ventaja competitiva de servicio. Cuando un comprador en un canal de abastecimiento compra bienes de más de un proveedor, el servicio logístico ofrecido, así como el precio, influyen en la selección del proveedor. Y viceversa, si los proveedores seleccionan el modo de transporte que van a usar en sus canales respectivos, pueden controlar este elemento particular de la oferta del servicio logístico, y de esta manera influir en la decisión o apoyo del comprador. Para el comprador, un mejor servicio de transporte (menor tiempo en tránsito y menor variabilidad del tiempo en tránsito) significa que pueden mantenerse menores niveles de inventario o que los programas de operación pueden lograrse con mayor certidumbre.

Para alentar la opción de servicio del transporte más deseable, y con ello el descenso de sus costos, el comprador ofrece al proveedor lo único que puede darle: su apoyo o influencia. Lo que el comprador puede hacer es cambiar su participación en las compras al proveedor que ofrezca el servicio de transporte preferido. La ganancia de este incremento en el negocio puede sufragar el costo asociado a un servicio de transporte de primera calidad y animar al proveedor a buscar el servicio de transporte que le solicita el comprador, en vez de simplemente el que ofrece el menor costo. (Ballou, 2004, pág. 222).

### **3.3.4. Evaluación de los métodos de selección**

En los métodos comentados en el problema de la selección de un servicio de transporte se reconoce la necesidad de considerar el efecto indirecto que tiene la opción de transportación sobre los costos de inventario, y de la preferencia del miembro del canal de la logística que recibe la propuesta de desempeño del modo de transportación. Esto es, además del costo directo del servicio suministrado. Sin embargo, a menudo hay otros factores por considerar, algunos de los cuales no están bajo control de quien toma las decisiones. Primero, la cooperación efectiva entre el proveedor y el comprador es alentada si hay conocimiento razonable del costo de cada parte.

Si el proveedor y el comprador son entidades legales separadas, es dudoso que sea posible una información perfecta sobre el costo, a menos que se dé alguna forma de intercambio de información. En cualquier caso, la sensibilidad ante las reacciones de la otra parte para una opción de servicio de transporte o para el grado de preferencia, debería indicar la dirección de la cooperación. (Ballou, 2004, pág. 224).

### **3.4. Programación y diseño de rutas de los vehículos**

Con el paso de los años, el incremento en los costos operativos dentro del área del transporte logístico ha llevado a las empresas a ser más eficientes durante los procesos de distribución. En este contexto, la planeación de rutas de reparto es clave para lograr un nivel de eficiencia adecuado que permita reducir los costos y los tiempos de entrega

De esta manera, la planeación de rutas de transporte se ha convertido en una parte muy relevante para las empresas logísticas que realizan entregas de última milla, ya que es el pilar que fundamenta la ejecución de estas. Es decir, después del diseño de rutas, llega la ejecución de las entregas.

La planeación de rutas de reparto es el proceso de trazar las rutas de distribución sobre un mapa, identificando previamente cuáles son todos los puntos de entrega a visitar (domicilios de los clientes), cuáles son las vías más directas y que presentan mejores condiciones (en cuanto a distancia, asfaltado, niveles de tráfico, etc.), y cuántos vehículos están disponibles para cubrir cada zona de entregas. (Beetrack, 2020). Párr. 1-3.

El diseño de rutas de distribución logística es un paso clave dentro del proceso logístico, ya que condiciona tanto el transporte posterior como el proceso previo de preparación de la mercancía en el almacén. (RoutingMaps, 2020). Párr. 1.

### **3.4.1. Principios para una buena programación y diseño de rutas**

Quienes toman las decisiones, como los despachadores de camiones, pueden avanzar mucho en el desarrollo de buenas programaciones y diseños de rutas por carretera si aplican ocho principios guía, los cuales se resumen a continuación:

1. Cargar los camiones con volúmenes de parada que estén lo más cercanos unos de otros. Las rutas de los camiones deberían formarse alrededor de agrupaciones de paradas que estén cerca unas de otras para reducir al máximo el tiempo del viaje entre ellas.
2. Las paradas en diferentes días se deberían ordenar de tal manera que formen agrupaciones más estrechas. Cuando las paradas deben efectuarse durante diferentes días de la semana, deberían segmentarse en problemas de programación y diseño de rutas separados para cada uno de los días de la semana.
3. Construir rutas comenzando con la parada más lejana del depósito. Pueden desarrollarse rutas eficientes mediante la construcción de agrupaciones de paradas alrededor de la parada más lejana del depósito y luego trabajando de regreso hacia el depósito.

4. La secuencia de paradas en una ruta por carretera debería formar una figura de lágrima. Las paradas deberían continuarse de tal manera que ningún camino de la ruta se cruce, y la ruta parezca tener la forma de una lágrima.
5. Las rutas más eficientes se construyen usando los vehículos más grandes disponibles. Idealmente, usar un vehículo lo suficientemente grande como para manejar todas las paradas en una ruta minimizará la distancia total, o el tiempo, utilizado para atender las paradas. Por lo tanto, se deberían asignar primero los vehículos más grandes, de entre los múltiples tamaños de una flota, a condición de que pudieran aprovecharse bien.
6. Las recolecciones deberían mezclarse dentro de las rutas de reparto, en vez de ser asignadas al final de las rutas. Las recolecciones deberían hacerse, dentro de lo posible, durante el curso de los repartos, para minimizar la cantidad de caminos que se cruzan, lo que puede ocurrir cuando se atienden dichas paradas después de hacer todos los repartos.
7. Una parada que se halla a gran distancia de una agrupación de ruta es buena candidata para un medio alternativo de reparto. Las paradas que están aisladas de las agrupaciones de las paradas, especialmente aquellas con bajo volumen, son atendidas a costa de gran tiempo de conducción y gastos del vehículo.
8. Deberían limitarse las paradas restringidas por momentos oportunos. Las restricciones de momentos oportunos en las paradas, cuando son limitadas, pueden forzar a que la secuencia de las paradas se aleje de los patrones ideales.

Principios como estos pueden enseñarse fácilmente al personal de operaciones con el fin de obtener soluciones satisfactorias, aunque no necesariamente óptimas, para resolver problemas reales de programación y de diseño de ruta.

Ellos suministran las líneas directrices para un buen diseño de rutas, aunque el personal de operaciones todavía tiene la libertad para tratar con las limitaciones no consideradas directamente en la metodología o las excepciones (pedidos urgentes, desviación en carreteras) que pueden ocurrir en cualquier operación por carretera. Los diseños de rutas desarrollados de esta manera pueden ofrecer mejoras sustanciales sobre otros métodos de programación y diseño de rutas no habituales. (Ballou, 2004, págs. 236-238).

### **3.4.2. Métodos de programación y diseño de rutas**

El problema de hallar buenas soluciones para el problema de la programación y del diseño de rutas para los vehículos llega a ser más difícil cuando se colocan limitaciones adicionales al problema. Unas pocas consideraciones prácticas que se necesitan dar para el diseño de la ruta son el momento oportuno, múltiples camiones con diferentes capacidades de peso y volumen, tiempo máximo de conducción permitido en una ruta, diferentes velocidades dentro de distintas zonas, barreras para viajar (lagos, desviaciones, montañas) y tiempos de descanso para el conductor. (Ballou, 2004, pág. 240).

#### **3.4.2.1. El método de barrido**

El método "de barrido" para el diseño de rutas de vehículos es lo suficientemente sencillo como para realizar cálculos manuales, incluso en problemas de gran tamaño. Cuando se programa en el software de la computadora, este método resuelve los problemas rápido, sin requerir enormes cantidades de memoria en la computadora. Para cierto tipo de problemas, la precisión se proyecta para producir una tasa de error promedio de aproximadamente 10%.

Este nivel de error de cálculo puede ser aceptable cuando los resultados tienen que obtenerse en pedidos cortos y se necesitan buenas soluciones, en contraposición con las óptimas. El método "de barrido" puede describirse como sigue:

1. Localizar todas las paradas, incluyendo el depósito, sobre un mapa o cuadrícula.
  2. Trazar una línea recta desde el depósito en cualquier dirección. Girar la línea en el sentido de las manecillas del reloj, o en sentido contrario, hasta que intersecte una parada. Hacer la pregunta: Si la parada insertada está incluida en la ruta, ¿se excederá la capacidad del vehículo? Si la respuesta es no, se procede con la rotación de la línea hasta intersectar la siguiente parada. Hacer la pregunta: ¿Excederá la capacidad del vehículo el volumen acumulado? Se usan los camiones más grandes primero. Si la respuesta es sí, se excluye el último punto y se define la ruta. Continuando el barrido de la línea, se empieza una nueva ruta con el último punto que fue excluido de la ruta previa.
  3. Dentro de cada ruta se efectúa una secuencia de las paradas para minimizar la distancia. La secuencia puede lograrse aplicando el método de la gota de lágrima o usando cualquier algoritmo que resuelva el problema del "agente viajero".
- El método "de barrido" tiene la posibilidad de dar muy buenas soluciones cuando:
1. Cada volumen de parada es una pequeña fracción de la capacidad del vehículo
  2. Todos los vehículos tienen el mismo tamaño.
  3. No hay restricciones de tiempo en las rutas. (Ballou, 2004, págs. 241-243).

#### **3.4.2.2. Método "de ahorros"**

El método de valoración de ahorros de Clarke-Wright<sup>14</sup> ha permanecido a través de los años por ser lo suficientemente flexible como para manejar un amplio rango de restricciones prácticas, siendo relativamente rápido de calcular en una computadora para problemas con número moderado de paradas y capaz de generar soluciones que están cerca de lo óptimo. Las comparaciones con los resultados óptimos de problemas pequeños, con un número limitado de restricciones, han mostrado que la valoración del método "de ahorros" genera soluciones que están, en promedio, a 2% del óptimo.

El método puede manejar muchas restricciones prácticas, principalmente porque es capaz de formar rutas y ordenar paradas en las rutas simultáneamente. El objetivo del método de ahorros es minimizar la distancia total viajada por todos los vehículos y minimizar indirectamente el número de vehículos necesarios para atender todas las paradas. (Ballou, 2004, pág. 243).

#### **3.4.2.3. Secuencia de las rutas**

Las rutas diseñadas por los métodos de programación y diseño de rutas que se han descrito anteriormente suponen que se asigna una ruta a un vehículo específico. Si la ruta es de corta duración, el vehículo está subutilizado para el resto del tiempo disponible; en la práctica, sin embargo, si otra ruta comienza después que se complete la primera, el vehículo estará disponible para ser asignado a esa segunda ruta. Por lo tanto, el número de vehículos necesarios es determinado por asignación continua de las rutas de extremo a extremo, de tal manera que el vehículo tenga un mínimo de tiempo de reposo. (Ballou, 2004, pág. 247).

#### **3.4.3. Ejecución de métodos de programación y diseño de rutas para los vehículos**

Los problemas de programación y diseño de rutas para los vehículos son ricos en variedad e interminables en el número y tipo de restricciones que pueden aplicarse. Los problemas de mover cargas menores que un camión de carga entre una red de terminales (como en el caso de Federal Express, United Parcel Service, o los transportistas comunes de LTL) son diferentes a las rutas de autobuses de escuela y al transporte de responsabilidad individual, como Dial-A Ride (es un servicio donde las personas discapacitadas, enfermos o ancianos llaman por teléfono y una ambulancia o camioneta los recoge, traducido en algunos textos como "llamada para transporte"; nota del traductor).

Además, siempre hay excepciones para el típico problema que debe manejarse como parte de las operaciones normales. Todos los problemas de programación y diseño de rutas de vehículos parecen requerir su propia valoración especial para encontrarles una solución. Incluso así, los métodos resultantes tal vez no manejen todo el problema. Si se usan en la práctica, debe tenerse cuidado en cuanto a la manera en la que se llevan a cabo.

Un método práctico para llevar a cabo la metodología de una solución cuantitativa en un medio operante es la técnica de tres pasos: prever-resolver-revisar. Se construye un modelo que capturará tantos datos del problema real como sea práctico, dada la necesidad de resolverlo dentro de un tiempo razonable y con una solución de calidad.

Los métodos de optimización a menudo se pueden usar para este propósito, dado que las características que son más difíciles de manejar óptimamente no están incluidas en la formulación del modelo. Las soluciones prácticas para los problemas reales se desarrollaron en un proceso de tres pasos. Primero, el analista prevé el problema por excepciones (entregas que requieren manejo especial) o entregas y recolección, que son obvios (movimientos de camión de carga completo). Después, por lo regular con la ayuda de una computadora, el problema reducido se resuelve y la solución queda disponible para el analista. Por último, el analista revisa la solución matemática y le hace modificaciones según sea necesario para hacerlo práctico. (Ballou, 2004, págs. 248-249).

### **3.5. Características del costo de transporte**

El precio que el responsable de la logística deberá pagar por los servicios de transportación va aunado a las características de costos de cada tipo de servicio. Debido a que cada servicio tiene distintas características de costos, bajo un conjunto dado de circunstancias existirán ventajas potenciales de tarifas de un modo que no podrán ser efectivamente igualadas por otros servicios. (Ballou, 2004, pág. 184).

### **3.5.1. Costos variables**

Un servicio de transportación incurre en varios costos, como mano de obra, combustible, mantenimiento, terminales, carreteras, administración y otros. La mezcla de costos puede dividirse arbitrariamente en aquéllos que varían con los servicios o el volumen (costos variables) y los que no lo hacen (costos fijos). Naturalmente, todos los costos son variables si se considera un tiempo suficientemente largo y un volumen suficientemente grande. Sin embargo, para propósitos de fijación de precios del transporte, resulta útil considerar los costos que son constantes durante el volumen "normal" de operación del transportista como fijos. Todos los demás costos se tratan como variables. (Ballou, 2004, pág. 185).

### **3.5.2. Costos fijos**

Son aquellos para adquisición y mantenimiento de carreteras, instalaciones de terminales, equipo de transporte y la administración del transportista. Los costos variables por lo regular incluyen los costos de transporte de línea, como combustible y mano de obra, mantenimiento del equipo, manejo, y recolección y entrega.

Esta no es una asignación precisa entre los costos fijos y variables, ya que existen importantes diferencias de costos entre los modos de transportación, y existirán diferentes asignaciones dependiendo de la dimensión que se analice.

Todos los costos son parcialmente fijos y parcialmente variables, y la asignación de los elementos de costo en una categoría o en otra será cuestión de perspectiva individual. (Ballou, 2004, pág. 185).

### 3.5.3. Costos comunes o conjuntos

Se mencionó anteriormente que las tarifas razonables de transporte son aquellas que siguen los costos de producir el servicio. Más allá del problema de decidir si un costo es fijo o variable, la determinación de cuáles son los costos reales para un envío particular requiere una distribución de costos algo arbitraria, incluso aunque los costos totales de operación tal vez no se conozcan. El motivo es que muchos de los costos de transportación son indivisibles.

Muchos envíos de diferentes tamaños y pesos se desplazan conjuntamente en el mismo transporte. ¿Qué parte del costo deberá asignarse a cada envío? ¿Los costos deberán asignarse con base en el peso del envío de la carga total, en la proporción del volumen total en pies cúbicos utilizados, o sobre alguna otra base? No existe una fórmula simple para la asignación de costos, y los costos de producción sobre una base de envío individual permanecen como una cuestión de juicio.

La transportación de regreso que todos los transportistas experimentan, con excepción del transporte por ducto, es un ejemplo claro. Los transportistas rara vez pueden balancear perfectamente el tráfico entre el desplazamiento de ida y el desplazamiento de vuelta (regreso).

Por definición, el desplazamiento de ida es la dirección del tráfico pesado y la transportación de regreso es la dirección del tráfico ligero. A los envíos en la transportación de regreso se les puede asignar su proporción adecuada de los costos totales de producir el transporte de regreso. Esto hace que el costo por envío sea alto en comparación con la transportación de ida.

La transportación de regreso puede considerarse como un derivado de la transportación de ida porque se origina a partir de la generación de la transportación de ida. De esta forma, todos, o la mayor parte de los costos se asignarán a los envíos de ida. Los costos de la transportación de regreso se considerarán cero, o se asignarán sólo los costos directos de desplazar un envío en la dirección del transporte de regreso.

Existen muchos peligros en el último enfoque. Por ejemplo, las tarifas en el transporte de ida tienen que establecerse en un nivel que restringirá el volumen en esa dirección. Además, las tarifas del transporte de regreso podrían establecerse en un nivel bajo para ayudar a cubrir algunos gastos fijos. El efecto podría ser que el transporte de regreso obtuviera un importante volumen y quizá sobrepasase al volumen del transporte de ida. De esta forma, un transportista podría encontrarse en la situación de no poder cubrir sus gastos fijos y enfrentarse a ajustes de tarifas que podrían afectar fuertemente el balance de tráfico.

El subproducto se habrá convertido ahora en el producto principal. Además, una importante diferencia en la asignación de costos y en las tarifas que siguen a estos costos pueden llevar a cuestionamientos de discriminación de tarifas entre despachadores de transportación de ida y de regreso. La clave para la discriminación es si el servicio en ambas direcciones se juzga como de iguales condiciones y circunstancias. (Ballou, 2004, págs. 185-187).

## **Capítulo cuatro: Modelos de inventario determinísticos vs modelos de transporte y sus variantes**

La administración de inventarios, es decir, la planificación y control de los inventarios para cumplir las prioridades competitivas de la organización, es un motivo importante de preocupación para todos los gerentes de todo tipo de empresas. La administración eficaz de los inventarios es esencial para realizar el pleno potencial de toda cadena de valor. (Krajewski et al., 2008, pág. 462).

### **4.1. Modelo de inventario**

En general, la complejidad de los modelos de inventario depende de si la demanda es determinística o probabilística. Dentro de ambas categorías, la demanda puede variar, o no, con el tiempo. En situaciones prácticas, el patrón de la demanda en un modelo de inventario puede asumir uno de cuatro tipos:

1. Determinístico y constante (estático) con el tiempo.
2. Determinístico y variable (dinámico) con el tiempo.
3. Probabilístico y estacionario a lo largo del tiempo.
4. Probabilístico y no estacionario a lo largo del tiempo. (Taha, 2012, pág. 458).

#### **4.1.1. Modelo general de inventario**

El problema del inventario tiene que ver con guardar en reserva un artículo para satisfacer las fluctuaciones de la demanda. El exceso de existencias de un artículo aumenta el costo del capital y de almacenamiento, y la escasez de existencias interrumpe la producción y/o las ventas.

El resultado es buscar un nivel de inventario que balancee las dos situaciones extremas minimizando una función de costo apropiada. El problema se reduce a controlar el nivel del inventario diseñando una política de inventario que responda dos preguntas:

¿Cuánto pedir?

¿Cuándo pedir?

La base del modelo de inventario es la siguiente función de costo genérica:

(Costo total del inventario) = (Costo de compra) + (Costo de preparación)+ (Costo de retención)+ (Costo por escasez)

1. El costo de compra es el precio por unidad de un artículo de inventario. En ocasiones, el artículo se ofrece con un descuento si el tamaño del pedido excede una cantidad determinada, lo cual es un factor al momento de tomar la decisión de cuánto pedir.
2. El costo de preparación representa el cargo fijo en que se incurre cuando se coloca un pedido (no importa su tamaño).
3. El costo de retención (almacenamiento) representa el costo de mantener las existencias de algo. Incluye el interés sobre el capital y el costo del almacenamiento, mantenimiento y manejo.
4. El costo por escasez (faltante) es la penalización en que se incurre cuando se agotan las existencias. Incluye la pérdida potencial de ingresos, la interrupción de la producción y el costo subjetivo de pérdida de lealtad del cliente.

Los costos descritos son conflictivos en el sentido de que el incremento de uno puede provocar la reducción de otro (por ejemplo, pedir con más frecuencia eleva el costo de preparación, pero reduce el costo de retención del inventario). El propósito de la minimización de la función de costo del inventario total es balancear estos costos conflictivos.

Un sistema de inventario puede requerir revisiones periódicas (por ejemplo, pedir al inicio de cada semana o cada mes). Alternativamente, el sistema puede estar basado en revisiones continuas, colocando un nuevo pedido cuando el nivel del inventario se reduce a un punto de volver a pedir específico. Un ejemplo de los dos tipos ocurre en tiendas al menudeo. La revisión es periódica si el artículo se repone cada semana o cada mes. Es continua si la reposición ocurre siempre que el nivel del inventario se reduce por debajo de un determinado nivel. (Taha, 2012, págs. 457-458).

### 4.1.2. Modelos estáticos de cantidad de pedido económico (EOQ)

(Taha) “Esta sección presenta tres variaciones del modelo de cantidad de pedido económico (EOQ, por sus siglas en inglés) con demanda estática (constante). Estos modelos son analíticamente simples”. (2012, pág. 460).

### 4.1.3. Modelo EOQ clásico

El más simple de los modelos de inventario implica una demanda de tasa constante con reposición de pedidos instantánea y sin escasez. Defina:

$y$  = Cantidad de pedido (número de unidades)

$D$  = Tasa de demanda (unidades por unidad de tiempo)

$T$  = Duración del ciclo de pedido (unidades de tiempo)

El nivel de inventario sigue el patrón ilustrado en la figura 4.7. Cuando el inventario llega al nivel cero, se recibe al instante un pedido de  $y$  unidades de tamaño. Las existencias se agotan uniformemente a una tasa de demanda constante,  $D$ . El ciclo de pedido de este patrón es:

$t_0 = y / d$  unidades de tiempo

El modelo de costo requiere dos parámetros de costo.

$K$  = Costo de preparación asociado con la colocación de un pedido (dólares por pedido)

$h$  = Costo de retención (dólares por unidad de inventario por unidad de tiempo)

Figura: Patrón de inventario en el modelo EOQ clásico

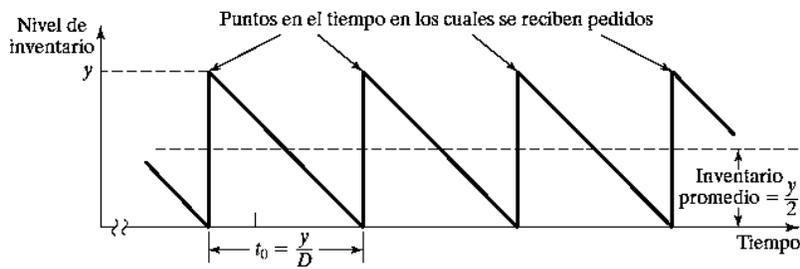


Figura: 4.7. (Taha, 2012, pág. 460)

Dado que el nivel de inventario promedio es  $y/2$ , el costo total por unidad de tiempo (TCU, por sus siglas en inglés) es: vea figura 4.8. (Taha, 2012, pág. 460).

Figura: Formula del costo total por unidad de tiempo

$$\begin{aligned}
 \text{TCU}(y) &= \text{Costo de preparación por unidad de tiempo} + \text{Costo de retención por unidad de tiempo} \\
 &= \frac{\text{Costo de preparación} + \text{Costo de retención por ciclo } t_0}{t_0} \\
 &= \frac{K + h\left(\frac{y}{2}\right)t_0}{t_0} \\
 &= \frac{K}{\left(\frac{y}{D}\right)} + h\left(\frac{y}{2}\right)
 \end{aligned}$$

Figura: 4.8. (Taha, 2012, pág. 460)

#### 4.1.4. Modelos dinámicos de cantidad de pedido económica (EOQ)

Este modelo implica un horizonte de planeación de  $n$  periodos iguales. Cada periodo tiene una capacidad de producción limitada con uno o más niveles de producción (por ejemplo, el tiempo regular y el tiempo extra representan dos niveles de producción). Un periodo actual puede producir más que su demanda inmediata para satisfacer la necesidad de periodos posteriores, en cuyo caso ocurre un costo de retención. Las suposiciones generales del modelo son:

1. No se incurre en costo de preparación en ningún periodo.
2. No se permite que haya faltantes.
3. La función de costo de producción unitario en cualquier periodo es constante o tiene costos marginales crecientes (convexos).
4. El costo de retención unitario en cualquier periodo es constante.
5. La ausencia de faltantes significa que la producción demorada en periodos futuros no puede satisfacer la demanda en un periodo actual.

El problema de  $n$  periodos puede formularse como un modelo de transporte con  $kn$  orígenes y  $n$  destinos, donde  $k$  es el número de niveles de producción por periodo (por ejemplo,  $k = 2$  si cada periodo utiliza tiempo regular y tiempo extra).

La capacidad de producción de cada uno de los  $kn$  orígenes de nivel de producción es igual a las cantidades de oferta. Las cantidades demandadas se especifican por la demanda de cada periodo. El costo de "transporte" unitario desde un origen hasta un destino es la suma de los costos de producción y retención aplicables por unidad. La solución del problema como un modelo de transporte determina las cantidades de producción a un costo mínimo en cada nivel de producción. La validez del nuevo algoritmo de solución se fundamenta en las suposiciones especiales de nada de faltantes y en una función de costo de producción convexa. (Taha, 2012, pág. 473).

## **4.2. Modelo de transporte y sus variantes**

El objetivo del modelo es minimizar el costo de transporte total al mismo tiempo que se satisfacen las restricciones de la oferta y la demanda. La estructura especial del problema de transporte permite una representación compacta del problema utilizando el formato tabla de transporte que permite modelar muchas situaciones que no tienen que ver con bienes de transporte. (Taha, 2012, pág. 177).

### **4.2.1. Definición del modelo de transporte**

El modelo de transporte busca determinar un plan de transporte de una mercancía de varias fuentes a varios destinos. Los datos del modelo son:

1. Nivel de oferta de cada fuente y la cantidad de demanda en cada destino.
2. El costo de transporte unitario de la mercancía a cada destino.

Como solo hay una mercancía, un destino puede recibir su demanda de una o más fuentes. El objetivo del modelo es el de determinar la cantidad que se enviará de cada fuente a cada destino, tal que se minimice el costo del transporte en total. (Gómez, 2011). Párr. 1-3.

### **4.2.2. Modelos de transporte no tradicionales**

La aplicación del modelo de transporte no se limita al transporte de artículos. Esta sección presenta dos aplicaciones no tradicionales en las áreas de control de producción e inventarios y el servicio de afilado de herramientas. (Taha, 2012, pág. 182).

### **4.2.3. Algoritmo de transporte**

Los pasos básicos del algoritmo de transporte son exactamente iguales a los del método simplex.

Paso 1. Determine una solución factible básica inicial y vaya al paso 2.

Paso 2. Use la condición de optimalidad del método simplex para determinar la variable de entrada de entre todas las variables no básicas. Si se satisfacen las condiciones de optimalidad, deténgase. De lo contrario, avance al paso 3.

Paso 3. Use la condición de factibilidad del método simplex para determinar la variable de entrada de entre todas las variables básicas actuales, y halle la nueva solución básica. Regrese al paso 2. (Taha, 2012, pág. 187).

#### ***4.2.3.1. Determinación de la solución de inicio***

Un modelo de transporte general con  $m$  orígenes y  $n$  destinos tiene  $m + n$  ecuaciones de restricción, una por cada origen y cada destino. Sin embargo, como el modelo de transporte siempre está balanceado (suma de la oferta = suma de la demanda) una de las ecuaciones es redundante, por lo que el modelo se reduce a  $m + n - 1$  ecuaciones independientes y  $m + n - 1$  variables básicas. La estructura especial del problema de transporte permite asegurar una solución básica inicial no artificial siguiendo uno de los tres métodos:

1. Método de la esquina noroeste
2. Método del costo mínimo
3. Método de aproximación de Vogel (Taha, 2012, pág. 188).

#### **4.2.3.2. Cálculos iterativos del algoritmo de transporte**

Después de determinar la solución inicial, utilizamos el siguiente algoritmo para determinar la solución óptima:

Paso 1. Utilice la condición de optimalidad inicial para determinar la variable de entrada. Si la condición de optimalidad se satisface, deténgase. De lo contrario, continúe con el paso 2.

Paso 2. Determine la variable de salida utilizando la condición de factibilidad simplex. Cambie la base, y regrese al paso 1.

Las condiciones de optimalidad y factibilidad no implican las conocidas operaciones de filas utilizadas en el método simplex. En su lugar, la estructura especial del modelo de transporte permite cálculos (manuales) más simples. (Taha, 2012, pág. 191).

#### **4.2.3.3. Explicación del método de los multiplicadores con el método simplex**

(Taha) “La relación entre el método de los multiplicadores y el método simplex puede explicarse con base en las relaciones primal-dual. Por la estructura especial de la programación lineal que representa el modelo de transporte”. (2012, pág. 199).

#### **4.2.4. Modelo de asignación**

El modelo de asignación clásico se ocupa de compaginar a los trabajadores (con diversas habilidades) con los trabajos. Presumiblemente, la variación de la habilidad afecta el costo de completar un trabajo. La meta es determinar la asignación de costo mínimo de los trabajadores a los trabajos.

El modelo de asignación es un caso especial del modelo de transporte, donde los trabajadores representan los orígenes y los trabajos representan los destinos. La oferta (demanda) en cada origen (destino) es igual a 1. El costo de “transportar” al trabajador  $i$  al trabajo  $j$  es  $c_{ij}$ . (Taha, 2012, págs. 200-201).

### **4.3. Modelo de inventario determinísticos para demanda independiente**

Los modelos para demanda independiente surgen del supuesto clave que la demanda de un artículo que se lleva en inventario es independiente de la demanda de cualquier otro artículo que se lleve también en dicho inventario.

La demanda de estos artículos se estima a partir de pronósticos o de pedidos reales de los clientes. Cuando la demanda es conocida con cierto grado de certidumbre estamos en presencia de un modelo determinístico. (Bustos, Carlos Y Chacón, Galia, 2010, pág. 8)

#### **4.3.1. Método de un solo lote**

El método de pedir un solo lote es, frecuentemente, utilizado en las empresas porque el costo anual de colocación de pedidos es inferior; sólo se hacen pocos pedidos a los proveedores por grandes volúmenes de material, lo que a su vez permite aprovechar descuentos en precio y en costo de transporte, implicando menores costos de adquisición y menores costos de preparación de maquinaria y equipo (Gaither y Frazier, 2000). Ballou (2004) afirma que la compra adelantada o anticipada puede resultar ventajosa cuando se espera que los precios sean mayores en el futuro. Vea figura 4.9. (Bustos, Carlos Y Chacón, Galia, 2010, págs. 8-9).

Figura: Modelos de gestión de inventarios

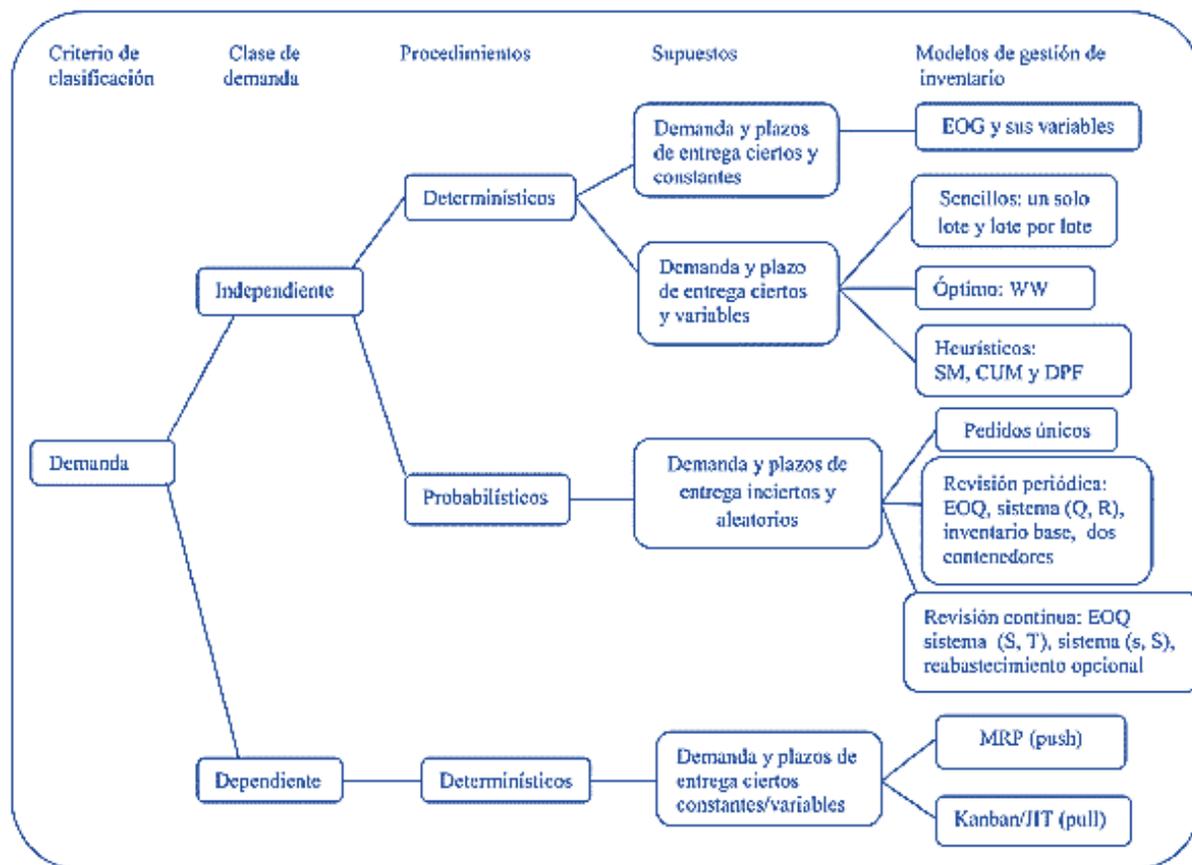


Figura: 4.9. (Bustos, Carlos Y Chacón, Galia, 2010, pág. 9)

### 4.3.2. Técnica lote por lote

La técnica lote por lote es muy sencilla y consiste en obtener lo que se demande en cada periodo, con este método se originan costos mínimos de mantenimiento cuando los costos de emitir la orden de compra (o de preparación para la producción) son bajos y los costos de transporte de inventario son altos.

En general, se supone que el tamaño del lote más conveniente para un producto o cualquiera de sus partes es igual a la cantidad requerida de esa parte durante el periodo, lo cual se hace por conveniencia o comodidad, pero no resulta óptima. (Bustos, Carlos Y Chacón, Galia, 2010, pág. 10).

### 4.3.3. Modelo de cantidad económica de pedido

El modelo de cantidad económica de pedido (EOQ, por sus siglas en inglés) obtiene el equilibrio entre los costos de preparación o de la orden de compra y los costos de almacenamiento el EOQ nos da la mínima posición del costo si se satisfacen las premisas de invariabilidad del costo y certidumbre de la demanda. Vea figura 4.10. (Bustos, Carlos Y Chacón, Galia, 2010, pág. 10)

Figura: Formula del modelo EOQ

$$Q = \sqrt{2AD/H}$$

*Q: Cantidad que se debe pedir*

*A: Costo de de la orden de compra o de preparación para la producción*

*D: Demanda Anual*

*H: Costo anual de mantenimiento del inventario*

Figura: 4.10. (Bustos, Carlos Y Chacón, Galia, 2010, pág. 10)

### 4.3.4. Costo unitario mínimo

El costo unitario mínimo (CUM) es un método parecido al algoritmo de Silver–Meal (SM), la diferencia radica en que la decisión se basa en el costo variable promedio por unidad en lugar de por periodo el método del costo unitario mínimo se apoya en la siguiente ecuación: Vea figura 4.11. (Bustos, Carlos Y Chacón, Galia, 2010, pág. 11).

Figura: Fórmula de costo unitario mínimo

$$K'(m) = \frac{A + HD_2 + 2HD_3 + \dots + (m-1)HD_m}{D_1 + D_2 + \dots + D_m}$$

*m = 1, 2, ..., n. Se detiene el procedimiento cuando  $K'(m+1) > K'(m)$*

*K'(m): Costo variable promedio por unidad*

*A: Costo de de la orden de compra o de preparación para la producción*

*H: Costo de mantenimiento del inventario por periodo*

*D<sub>m</sub>: Demanda por periodo*

Figura: 4.11. (Bustos, Carlos Y Chacón, Galia, 2010, pág. 11)

#### 4.3.5. Balanceo de periodo fragmentado

El balanceo de periodo fragmentado (BPF) intenta equilibrar el costo de ordenar un pedido y el costo de mantener el inventario tomando en cuenta las necesidades del tamaño del siguiente lote en el futuro. El equilibrio de unidades entre periodos genera una tasa unidad periodo económica (EPP, por sus siglas en inglés) o factor de periodo fragmentado (FPF), que es la relación entre el costo de ordenar un pedido y el costo de mantenimiento del inventario (Heizer y Render, 2001). Las fórmulas de este modelo son: Vea figura 4.12. (Bustos, Carlos Y Chacón, Galia, 2010, pág. 11).

Figura: Fórmula de balanceo de período fragmentado

$$FPF = A/H$$

$$VF_m = D_2 + 2D_3 + 3D_4 + \dots + (m - 1)D_m$$

*m = 1, 2, ..., n. Se detiene el procedimiento cuando  $VF_m > FPF$*

*FPF: Factor de periodo fragmentado*

*A: Costo de de la orden de compra o de preparación para la producción*

*H: Costo de mantenimiento del inventario por período*

*VF<sub>m</sub>: Valor fragmentado para m periodos*

*D<sub>m</sub>: Demanda por período*

Figura: 4.12. (Bustos, Carlos Y Chacón, Galia, 2010, pág. 12)

#### 4.4. Modelos Determinísticos para el control de inventarios

El inventario es uno de los bienes más costosos para muchas compañías, pues llega a representar 50% del capital total invertido. Por otro lado, los clientes quedan insatisfechos cuando frecuentemente se quedan sin existencias y enfrentan faltantes. El problema del inventario determina la cantidad que equilibra los dos casos extremos. El inventario es cualquier recurso almacenado que sirve para satisfacer cualquier necesidad actual o futura.

El factor importante en la formulación y solución de un modelo de inventario, es que la demanda de un artículo (por unidad de tiempo) sea determinística (que se conozca con certidumbre) o probabilística (que se pueda describir con una distribución de probabilidad). (CUCEA, s.f., pág. 1).

#### **4.4.1. Cantidad de pedido (tamaño de lote)**

EOQ (Economic Order Quantity)-(Cantidad económica de pedido). La Cantidad Económica de Pedido (EOQ) es un modelo de cantidad fija el cual busca determinar mediante la intersección gráfica (igualdad cuantitativa) de los costos de ordenar y los costos de mantenimiento el menor costo total posible (este es un ejercicio de optimización matemática). (Bustos, Carlos Y Chacón, Galia, 2010, pág. 16).

#### **4.4.2. Punto de reorden**

El método EOQ como modelo matemático está en capacidad de determinar: El momento en el cual se debe colocar un pedido o iniciar una corrida de producción, este está generalmente dado en unidades en inventario (por lo cual en el momento en que el inventario (físico y en tránsito) alcance un número de unidades específico "R" se debe de ordenar o correr la producción).

1. La cantidad de unidades (Tamaño del pedido) que se pedirán "Q".
2. El Costo Anual por ordenar (el cual será igual al costo anual por mantener).
3. El costo Anual por mantener (el cual será igual al costo anual por ordenar).
4. El costo Anual total (TRC, Costo Total Relevante, el cual será la sumatoria de los dos costos anteriores).
5. El número de órdenes o corridas que se deben colocar o iniciar respectivamente al año (N).
6. El tiempo entre cada orden o corrida de producción (T).
7. El periodo de consumo en días. (Bustos, Carlos Y Chacón, Galia, 2010, pág. 17).

#### 4.4.3. Inventario de seguridad

Órdenes o pedidos fijos. En éste el objetivo es poner la orden cuando la cantidad en existencia es justamente suficiente para cubrir la demanda máxima que puede haber durante el tiempo que pasa en llegar el nuevo pedido al almacén.

Resurtidos periódicos. Este sistema es muy popular, en la mayoría de los casos cuando se tiene establecido el control de inventarios perpetuo. La idea principal de este sistema es conocer las existencias.

El punto de reorden es el nivel de inventario que determina el momento en que se debe colocar una orden.

Punto de reorden = Plazo de tiempo en semanas X Consumo semanal.

Se crea con dos objetivos:

1. Satisfacer la demanda que excede de las previsiones para un determinado periodo.
2. Proteger a la empresa de las irregularidades no previstas del entorno.  
(Bustos, Carlos Y Chacón, Galia, 2010, pág. 18).

#### 4.4.4. La función de perdida "PINBALL"

Un stock o inventario de seguridad es un término usado para describir la cantidad de inventario o de stock que se tiene a la mano para hacer frente a posibles déficits de inventario.

Este tipo de inventario es útil para lidiar con alzas en la demanda o simplemente para asegurarte de que haya suficiente materia prima y suministros a la mano para seguir produciendo mientras esperas la siguiente entrega programada del proveedor. (Bustos, Carlos Y Chacón, Galia, 2010, pág. 19).

La función de pérdida pinball, también llamada pérdida cuantílica, es una métrica utilizada para evaluar la precisión de un pronóstico cuantílico. Evaluar la precisión de un pronóstico cuantílico es un problema sutil. De hecho, al contrario de los pronósticos clásicos, en los que el objetivo es obtener un pronóstico lo más cercano posible a los valores observados, la situación es desviada (adrede) cuando se trata de los pronósticos cuantílicos. Así, la comparación inocente y rígida entre situación observada y pronósticos no es satisfactoria.

La función de pérdida pinball es una función simple que reporta la precisión de dos modelos de pronóstico cuantílicos. Tomemos como cuantil objetivo  $T$ , y como el valor real  $y$  y  $z$  como el pronóstico cuantílico; luego, la PLF (función de pérdida pinball) se desarrollaría del siguiente modo: Vea figura: 4.13. (Vermorel, 2012). Párr. 1-3.

Figura: Fórmula de función de pérdida pinball

$$\begin{aligned} L_{\tau}(y, z) &= (y - z)\tau && \text{if } y \geq z \\ &= (z - y)(1 - \tau) && \text{if } z > y \end{aligned}$$

Figura: 4.13. (Vermorel, 2012). Párr. 4.

## Conclusiones

Exponiendo la introducción y planeación de logística de suministros como una herramienta administrativa vital para la optimización de recursos, reducción de errores, mejora de la productividad y control del almacenamiento de bienes y servicios; permitirá reducir o incluso eliminar lo que en algunas empresas se denomina el almacenamiento intermedio, mediante la retroalimentación entre los encargados de suministros acerca de las existencias en planta, en contraste con las salidas de productos, para que de esta manera no exista una sobreproducción que exija el uso de espacio innecesario de bodegas.

Explicando las estrategias de diseño de operaciones mediante las fases y los planes que se tiene que desempeñar para delimitar la optimización de los procesos actividades que se ejecutan; se puede afirmar que para la optimización de tiempo y recursos son necesarias dichas estrategias, entre ellas, la estrategia de localización de la planta o empresa, que es vital en todo en cuanto a logística se refiere, pues de esta depende en gran parte los costos de transporte de la materia prima y de los productos terminados, debido a ello se convierte sumamente importante encontrar un emplazamiento que permita estar cerca de las fuentes de abastecimiento, así como de los clientes.

Identificando estrategias de transporte como las bases teóricas sobre las características, clasificaciones, tarifas y selección de los servicios óptimos de transportación para la mejora de las condiciones del trabajo, mayor competitividad y el desarrollo de cualquier negocio; se convierte en necesario entender que el incremento en los costos operativos dentro del área del transporte logístico, puede muchas veces en lugar de resultar más costoso, resulta más factible en términos de tiempo, procesos de distribución, menor gasto en viáticos de los colaboradores y mayor efectividad ha llevado a las empresas a ser más eficientes durante los procesos de distribución.

Comparando los modelos de inventario determinísticos vs modelo de transporte y sus variantes como herramientas administrativas para la toma de decisión sobre el modelo más efectivo a utilizar que represente el resultado deseado en una entidad.; es posible aseverar que se convierte en indispensable el uso de modelos operacionales de transporte para determinar la mejor opción de servicio, pero depende en gran manera del giro de la empresa, puesto que una mala planificación de inventarios hace que las empresas incurran en gastos mayores. Esto se encuentra por medio de analizar la compensación entre el costo de usar un servicio particular de transporte y el costo indirecto de inventarios asociado al desempeño de la modalidad seleccionada.

Describiendo los modelos de inventario determinísticos vs modelos de transporte y sus variantes mediante la aplicación de técnicas de recolección de información para toma de decisiones en estrategia de transporte; con ello las organizaciones de bienes y servicios, podrán de manera eficiente, crear rutas estratégicas, crear un buen sistema de administración e canales de manera vertical y horizontal y responder de manera eficiente una buena rotación de inventario.

## Bibliografía

- Ballou, R. (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministro* (Vol. Quinta). Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación.
- Beetrack. (2020). *Planeación de rutas de reparto para mejorar el transporte logístico*. Recuperado el 19 de Octubre de 2022, de beetrack.com: <https://www.beetrack.com/es/blog/planeacion-de-rutas-transporte-reparto>
- Bustos, Carlos Y Chacón, Galia. (2010). *Modelos determinísticos de inventarios para demanda independiente*. Venezuela: Universidad de los Andes.
- Carro, Roberto Y González, Daniel. (2012). *Localización de instalaciones*. Recuperado el 30 de Agosto de 2022, de nulan.mdp.edu.ar: [http://nulan.mdp.edu.ar/1619/1/14\\_localizacion\\_instalaciones.pdf](http://nulan.mdp.edu.ar/1619/1/14_localizacion_instalaciones.pdf)
- Cazal, J. (2022). *Fundamentos del transporte Decisiones sobre el transporte*. Recuperado el 19 de Octubre de 2022, de studocu.com: <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-nacional-de-asuncion/logistica/fundamentos-del-transporte-decisiones-sobre-el-transporte/14848191>
- CUCEA. (s.f.). *Modelos determinísticos de control de Inventarios*. Recuperado el 19 de Octubre de 2022, de repositorio.cucea.udg.mx: <http://repositorio.cucea.udg.mx/jspui/bitstream/123456789/468/3/Modelos%20determin%C3%ADsticos%20de%20control%20de%20inventarios.pdf>
- Gómez, J. (24 de Mayo de 2011). *Definición y aplicación del modelo de transporte*. Recuperado el 5 de Octubre de 2022, de programacionlinealunefa.blogspot.com: <http://programacionlinealunefa.blogspot.com/2011/05/definicion-y-aplicacion-del-modelo-de.html?m=1>
- Heizer, Jay Y Render, Barry. (2009). *Principios de administración de operaciones* (Séptima ed.). Naucalpan: Pearson Educación.
- Krajewski et al. (2008).
- Krajewski, Lee; Ritzman, Larry Y Malhotra, Manoj. (2008). *Administración de operaciones procesos y cadenas de valor* (Octava ed.). Naucalpan de Juárez,, México: Pearson Educación.

Retos en Supply Chain. (21 de Julio de 2017). *El procedimiento para el diseño de operaciones*. Recuperado el 30 de Agosto de 2022, de retos-operaciones-logistica.eae.es: <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/el-procedimiento-para-el-diseno-de-operaciones-en-la-supply-chain/>

Riesco, J. (1 de Abril de 2021). *¿Qué Es Un Proceso Logístico?* Recuperado el 19 de Octubre de 2022, de enviame.io: <https://enviame.io/que-es-un-proceso-logistico/#:~:text=Por%20lo%20tanto%2C%20los%20procesos,que%20debe%20ser%20cuidadosamente%20planificado>

RoutingMaps. (Febrero de 2020). *Diseño de rutas de distribución logística*. Recuperado el 19 de Octubre de 2022, de routingmaps.com: <https://www.routingmaps.com/diseño-de-rutas-de-transporte-logistica/>

Taha, H. (2012). *Investigación de operaciones* (Novena ed.). Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación.

Vermorel, J. (Febrero de 2012). *Función de pérdida "Pinball"*. Recuperado el 18 de Enero de 2023, de lokad.com: [https://www.lokad.com/es/definicion-funcion-de-perdida-pinball#F%C3%B3rmula\\_0](https://www.lokad.com/es/definicion-funcion-de-perdida-pinball#F%C3%B3rmula_0)