

**OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE UNA
COMPAÑÍA DE LACTEOS EN COLOMBIA**

**VICTOR FELIX GALINDO AMAYA
VICTOR HUGO REYES MORENO**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCIÓN DE POSTGRADOS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE LOGÍSTICA INTEGRAL
BOGOTA D.C
2012**

**OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE UNA
COMPAÑÍA DE LACTEOS EN COLOMBIA**

**VICTOR FELIX GALINDO AMAYA
VICTOR HUGO REYES MORENO**

**Proyecto para optar al título de
Especialista en Gerencia de Logística Integral**

**Director de Tesis
Ing. Pedro José Sánchez Caimán**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCIÓN DE POSTGRADOS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE LOGÍSTICA INTEGRAL
BOGOTA D.C
2012**

CONTENIDO

INTRODUCCION	1
JUSTIFICACION	4
1. OBJETIVOS	5
1.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	5
2. MARCO TEORICO	6
2.1. MARCO EMPRESARIAL	6
2.1.1. Diagnostico Operacional	8
2.1.2. Diagnostico Funcional	9
2.2. MARCO CONCEPTUAL	10
2.2.1. La cadena de frío y los procesos logísticos	10
2.2.2. La automatización en la C.A de los Productos Lácteos	13
2.2.3. Vida útil de los Derivados Lácteos	15
2.2.4. Ubicación de Instalaciones	16
2.2.5. Localización de la Planta	19
2.2.6. Tendencias y estrategias futuras en la localización	20
2.2.7. Procedimiento General para la Toma de Decisiones de Localización	21
2.2.8. Métodos de Evaluación de las Alternativas de Localización.	22
2.2.8.1. Método de los Factores Ponderados	22
2.2.8.2. Método del Centro de Gravedad	23
2.2.8.3. Método de Transporte.	23
2.2.8.4. Modelo Delfi.	24
2.2.9. Papel del Transporte en la Cadena de Suministro.	26
2.2.10. La Distribución: Proceso Clave en la Cadena de Suministro	26
2.2.11. Toma de Decisiones Logísticas- Red Logística	28
2.2.12. Modelo de Transporte	29
2.2.12.1. Propiedades de los Problemas de Transporte	31
2.2.12.2. Técnica del modelo de transporte	32
2.2.12.2.1. Método del Costo Mínimo	33
2.2.12.2.2. Método de la esquina noroeste.	33
2.2.12.2.3. Método de aproximación de Vogel (mav).	34
2.2.12.3. Prueba de Optimidad	35
2.2.13. Análisis de Costos	36
2.2.14. Costo Beneficio	38
2.3. MARCO LEGAL	39
2.3.1. Plan de Ordenamiento Territorial y Plan Maestro de Movilidad	41

2.3.2.	Decreto 319 del 2006 (POT-PMM)	41
3.	PROPUESTA	44
3.1.	Proyección de la Demanda	44
3.2.	Modelo Matemático para el plan de rutas	46
3.2.1.	Modelo de rutas de Transporte Actual	47
3.2.2.	Modelo optimización transporte proyección CD Soacha	49
3.2.3.	Modelo de Optimización Rutas de Transporte Proyección Centro Distribución Usme.	51
3.3.	Características y Nivel de Riesgo de las Rutas	52
3.3.1.	Localidad de Usme.	53
3.3.2.	Municipio de Soacha.	54
3.4.	Estudio de Costos	54
4.	CONCLUSIONES	57
5.	RECOMENDACIONES	58
	<i>BIBLIOGRAFIA</i>	59

INTRODUCCION

El crecimiento de las inversiones en el sector lácteo y la llegada de compañías internacionales al país no es coincidencia. La cadena colombiana de producción de lácteos se ha ratificado como líder en la CAN. Además, aparece como el sector más grande de los dedicados a la elaboración de alimentos y bebidas en el país. Las cifras lo dicen todo, de acuerdo con Fedegan, en el país existen entre 650 y 700 empresas lácteas. Esa cifra abarca a las grandes, medianas y pequeñas compañías dedicadas a la pasteurización, producción de derivados, queseras y fábricas de dulces. En el año 2007 el sector lácteo generó 950.000 empleos directos, equivalentes al 25% del total de generados por el sector agropecuario, más del 7% del total nacional. Se estima que el país cuenta con un total de 26.713.304 cabezas de ganado destinadas a la producción cárnica y lechera. 6.176 millones de litros de leche se produjeron el sector en 2006. En el año 2007 esa cifra se redujo a 6.084 millones de litros. Según Proexport, el 35% de esa cifra se destina a la elaboración de productos con valor agregado, como yogur, quesos, helados, leches ácidas y pasteurización. Aunque la producción ha mostrado una curva de crecimiento sostenido, el consumo se comporta de manera diferente. En 1998 los colombianos consumían 148 kilogramos de leche por año. La cifra decayó en los años siguientes, pero repuntó en 2004, alcanzando los 144 kg per cápita. En 2007, sin embargo, bajó hasta 139 kilogramos de leche per cápita. La disponibilidad de consumo marcha otro ritmo. En 2005 se contaba con un total de 143 litros por persona al año. Para 2007, esa cifra aumentó hasta los 166 litros anuales per cápita. Colombia es un país con un potencial de mercado bastante amplio, muchas compañías y multinacionales se han ubicado en el territorio colombiano, generando una mayor grado de competitividad, logrando que el sector enfoque sus esfuerzos por hacer crecer el mercado, una muestra de esto es

observar cómo se han venido desarrollando cada día productos más saludables y llamativos al consumidor, desarrollando productos para todos los gustos.

En Bogotá se localiza el 27% de las empresas de Colombia y el 85% de las empresas de la región capital, posicionándose como una de las ciudades que ofrece un mercado atractivo para desarrollar actividades productivas debido a los beneficios de la aglomeración. Una de las fortalezas de la estructura empresarial de Bogotá y Cundinamarca es la alta concentración de empresas y su cercanía con sus clientes, sin embargo esta condición se ve opacada por problemas de movilidad y estructura de transporte.

En el caso de la compañía que nos permite elaborar este trabajo podemos evidenciar que desde su fundación en 1945, y durante sus 66 años de labores ha sido una de las empresas líderes en buscar la calidad y el mejoramiento continuo en todas sus actividades a todo nivel de la organización; y como respuesta a esta continua búsqueda hoy cuenta con una gran variedad de productos, elaborados con los más altos estándares de calidad y que se han posicionado en el mercado en forma contundente, ubicándola como empresa pionera en este modelo de negocio. Una política de esta organización es estar a la vanguardia en estrategias que generen valor agregado a todos los procesos y operaciones, y desde ese punto de vista han considerado a la logística como la herramienta integradora de todos los elementos fundamentales dentro de una organización, sabiendo que mediante la aplicación ordenada y lógica de esta, se logra la sostenibilidad y la consecución de altísimos índices de productividad.

Este marco ha generado que cada vez las compañías no solo compitan con sus productos estrellas sino que se vean obligados a mejorar significativamente sus cadenas de abastecimiento, para lograr la disminución de costos operativos y lograr agilidad en la colocación de sus productos en manos del cliente final.

Un hecho fundamental en la problemática de esta organización es el elevado valor de sus costos operativos y en especial los de transportación e infraestructura, este estudio tiene por objeto generar una propuesta que optimice su cadena de distribución a nivel Bogotá, generando mayor valor agregado a un menor costo, siendo su objetivo el análisis del sistema de transporte y su canal de distribución, y través de la aplicación del modelo transporte evidenciar como es el comportamiento actual de sus costos de transportación y planteando opciones de mejora a través de la propuesta de apertura de un centro de distribución adicional que permita a la compañía mejorar la velocidad de respuesta al cliente y que signifique un ahorro en sus operaciones de transportación.

El soporte de nuestra propuesta es la disminución significativa de los costos de transporte y mejora de la distribución urbana. A través del análisis de las diferentes variables que afectan el mantenimiento de los inventarios y el desarrollo de las operaciones logísticas este documento presenta una propuesta de viabilidad para la implementación de otro centro de distribución, para ello proponemos un diagnóstico de la situación actual y una propuesta de mejora dando soporte a nuestra investigación.

Otro aspecto fundamental de nuestra propuesta es que permita a la organización cumplir con el plan de ordenamiento territorial de la capital de la república que implica que todas las instalaciones de las empresas que se encuentren ubicadas dentro del área urbana, sean trasladadas hacia las afueras de la ciudad. Como soporte al proyecto se propone utilizar los diferentes conceptos y teorías aplicadas en todos los procesos y operaciones que presenten posibilidad de mejora para lograr alcanzar el objetivo principal de la propuesta. Los resultados del estudio se exponen y se evidencian en este trabajo, así como las conclusiones y recomendaciones.

JUSTIFICACION

Siendo coherentes con la política de mejoramiento continuo de esta compañía, y en procura de mantener su nivel de competitividad, esta propuesta busca generar una reducción significativa en sus los costos de transportación a nivel urbano para la compañía, factor clave que soporta la ventaja competitiva de esta empresa, la propuesta promueve mediante la aplicación del modelo matemático del transporte establecer la opción del establecimiento de un nuevo centro de distribución el cual estaría ubicado en el sector de Soacha y consolidaría toda la operación de la zona sur de la capital colombiana, mostrando las ventajas y desventajas que le ocasiona a la compañía, con el propósito de buscar opciones que permitan hacer de la operación de distribución más simple y eficaz, mejorando la velocidad de respuesta y aumentado la vida útil del producto. Otra una es la búsqueda de reducir sus costos operacionales, para poner productos de excelente calidad a un costo razonable que permitan a la organización seguir a la cabeza en ventas en su línea de negocio y por ultimo y no menos importante esta el tema de dar cumplimiento a la normativa contemplada en el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá donde se establece que se deben implementar plataformas de transferencia a las afueras de la ciudad para evitar que vehículos de gran capacidad ingresen al casco urbano y poder mejorar la movilidad de la ciudad.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Optimizar la red de distribución de una compañía láctea colombiana ubicada en la ciudad de Bogotá, a través de la aplicación del modelo de transporte.

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ❖ Realizar la proyección de las demandas de Producto terminado y las ventas de las diferentes zonas de Bogotá.
- ❖ Realizar un estudio de las capacidades instaladas en los centros de distribución actuales.
- ❖ Establecer un comparativo de costos actuales frente a la propuesta de optimización del transporte.
- ❖ Proponer un diseño de la red de distribución, a partir de los resultados del modelo.
- ❖ Realizar análisis de costo / beneficio, de la propuesta en función del plan de Ordenamiento territorial de Bogotá y la normativa vigente.

2. MARCO TEORICO

2.1. MARCO EMPRESARIAL

En 1945 llegaron a Colombia dos hombres suizos con su visión futurista: Don Max Bazinger y Walter Goggel, Iniciaron la búsqueda de zonas ricas para el acopio de leche y cuando conocieron el valle de Sopó, quedaron fascinados por su similitud con el paisaje suizo, les surgió la idea de establecerse para fabricar quesos y mantequilla. En ese entonces, compraban 500 botellas de leche y manualmente elaboraban el queso diario. Con un préstamo bancario adquirieron un terreno de siete fanegadas para construir la fábrica: una planta sencilla.

Desde el punto de vista logístico, la creación del Centro de Distribución de SOPO, es un paso más en el camino de crecimiento, evolución e innovación de todos los procesos de la Organización. De esta forma, se garantiza la efectividad y productividad de sus operaciones logísticas, así como su compromiso con la constante evolución. El proceso de distribución es arduo y complejo, por lo que necesita el diseño de proyectos que garanticen que nuestros clientes y consumidores reciban día tras día nuestros productos.

Esto llevará a la compañía a tener una mayor capacidad y a prestar un mejor servicio en las operaciones de recibo, almacenamiento, separación y distribución. Bienestar y calidad de vida; la infraestructura del Centro de Distribución mejorará no sólo los procesos logísticos, sino también la calidad de vida de los colaboradores.

Esta evolución garantizará mayores beneficios para cada uno de los trabajadores y por ende el éxito de la Organización.

Las nuevas instalaciones son el reflejo de la evolución e importancia que tiene para esta compañía la generación de bienestar para sus colaboradores y toda la cadena de valor, quienes no sólo contarán con una infraestructura alineada a los mejores centros de distribución de compañías de talla mundial, sino que podrán sentir el mejoramiento de su calidad de vida al contar con amplias oficinas y espacios comunes como cafetería, lockers, baños y duchas, además de facilitar los procesos logísticos de la Organización.

Algunas mejoras operacionales son:

- Muelles para procesos simultáneos de cargue y descargue de producto.
- Ampliación de zonas de recolección de basuras, lavado de cubetas y reciclaje.
- Disponibilidad de zonas de pre-despacho disponibles para alistar pedidos previo al cargue.
- Ampliación de la capacidad de almacenamiento, consolidación de carga y despachos desde los CENDIS regionales.
- Centralización de recaudo de dinero de ventas.
- Cumplimiento de legislación y buenas prácticas de almacenamiento.
- Optimización y racionalización de tiempos, operaciones de aislamiento.
- Optimización y consolidación de áreas para procesos de multi-empaque y armado de promociones.

El CENDIS consolida, en una sola infraestructura, las operaciones logísticas de recibo, almacenamiento, separación y distribución de Bogotá III, IV y V. Fue diseñado para soportar la base de los crecimientos de los próximos años proyectados y para generar bienestar para los consumidores, distribuidores, clientes, y trabajadores.

Este es el resultado del empeño, dedicación, emprendimiento y trabajo adelantado, con el fin de llevar a la Compañía a un modelo logístico de clase mundial, flexible y capaz de realizar procesos simultáneos de abastecimiento y despacho.

2.1.1. Diagnostico Operacional

Este centro de distribución atiende por demanda a las cinco plantas de producción, diez centros de distribución regionales, distribuidores mayoristas y realiza la autoventa. Adicionalmente, este Centro de Distribución cuenta con tecnología como WMS (Warehouse Management Systems), unificación de ORACLE, alistamiento por Pick to Light y Pick to Voice y sistemas de estanterías de flujo de gravedad, cuenta con 16 muelles de operación (8 de frío y 8 de seco) que permiten procesos de cargue u descargue simultáneos y donde son atendidos 70 tracto camiones de propiedad de la compañía y 40 vehículos externos contratados para realizar la distribución.

El CENDIS consolida, en una sola infraestructura, las operaciones logísticas de recibo, almacenamiento, separación y distribución de Bogotá III, IV y V. El Centro de Distribución Bogotá (Sopo) en números atiende el 26% de la distribución en Colombia, 5.210 m² de bodega, 7.000 m² de parqueadero, Incremento de 86 metros lineales de rieles de separación disponibles para la separación de productos de canal tradicional.

Dos (2) cuartos fríos en dos niveles, con capacidad para 55.000 unidades operativas (cubetas), área de seco con estantería a 5 niveles que permite almacenar 4500 estibas, se despachan 22.025 toneladas mensuales y maneja un inventario promedio para 1.5 días.

Atención de 113 vehículos de distribución urbana para atender aproximadamente 11.700 clientes de canal tradicional, 250 mini mercados y 233 clientes de canal moderno, 12 millones de unidades despachadas al mes, de 10 a 12 tractomulas de abastecimiento recibidas a diario desde las plantas.

Fue diseñado para soportar la base de los crecimientos de los próximos años proyectados y para generar bienestar para los consumidores, distribuidores, clientes, y trabajadores.

2.1.2. Diagnostico Funcional

Desde este Centro de Distribución se traduce la unificación de los sistemas de información y control de inventarios; aumento de la productividad y optimización de las condiciones de operación, se despacha todo el producto terminado para la atender el centro de distribución ubicado en Fontibón y todos los clientes ciudad de Bogotá.

Horas de Despacho: en la mañana a los Centros de Distribución Regionales (CDRs) y a las de Plantas de Caloto - Popayán, Chinchina, Faca y la de Entrerrios Antioquia, (De 4:30 am a 12m), tarde para distribuidores y auto venta. Sin embargo, si hay requerimientos puede ser en cualquier hora del día para cualquier destino.

Numero de rutas diarias y destinos: Regional Costa, Regional Cafetera, Regional Antioquia y Sur del país. Son 4 rutas principales y dependiendo de la demanda abarca varios CDRs o plantas y CDRs por separado.

Lo más frecuente es que envíen 10 CDRs más 4 plantas diarias.

Horas de Recibo: en la mañana a los Centros de Distribución Regionales (CDRs) y a las de Plantas de Caloto - Popayán, Chinchina, Faca y la de Entrerrios Antioquia,

Usualmente hay una ruta de cada Planta diaria: porque tiene una producción similar para aliviar a Sopó (De 4:30 am a 12m), tarde para distribuidores y auto venta se recibe el material de embalaje y las devoluciones.

Vida útil de los productos: refrigerado hasta 40 días y seco hasta dos años

Personal que labora en la operación: 6 Coordinadores, 6 auxiliares, 30 Operarios y 72 Ayudantes.

El centro de distribución de Fontibón solo despacha y surte a Bogotá, son 80 rutas diarias propias que hacen la distribución a tienda a tienda o tradicional; otras alrededor de 50 rutas que hacen distribución a almacenes de cadena y otras 10 rutas que hacen distribución a institucionales.

Hay también rutas de distribuidores (fletados o tercerizados) que hacen estas mismas rutas pero en zonas consideradas de alto Riesgo público (Soacha, San Cristóbal Norte y Codito y muchos otros) estas son alrededor de 40 rutas.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. La cadena de frío y los procesos logísticos

Un reciente análisis del estudio realizado por W. Kaminsky, titulado “Refrigeration and the World Food Industry”, y publicado en la revista Logistec, reveló que un 30% de la producción primaria mundial y un 40% de las frutas y verduras se perdían por falta de una refrigeración adecuada en el ciclo de producción.

En este punto, la cadena de frío no es algo menor y juega un papel primordial dentro de la cadena de abastecimiento, a fin de evitar errores y deficiencias que

puedan ser eliminadas cuando se aumentan los servicios relacionados con la logística.

Para entender mejor este aspecto, hay que conocer más sobre el concepto conocido como “la cadena de frío”. Esta cadena no es más que la sucesión de procesos logísticos (almacenaje, distribución, embalajes, transporte, carga y descarga) con una temperatura y humedad relativa controlada, desde el mismo momento inicial de la producción del producto que requiere de una temperatura 0, controlada hasta el punto de venta final. Según los expertos del tema, los eslabones de la cadena de frío son:

- Pre-enfriamiento
- Almacenamiento en frío antes de transportarse para comercializarse
- Transporte refrigerado
- Cámara refrigerada en los puntos de venta
- Exhibición y venta en un equipo refrigerado

Se debe recalcar, que aunque todas estas partes se encuentren presentes dentro de la estructura logística, la ausencia o la falla que se cometa en alguno de estos puntos, repercute negativamente en la conservación de los productos, lo que obviamente significaría una pérdida dentro del proceso de comercialización (sean flores, helados, frutas, etc.).

Uno de los puntos en contra de la cadena de frío lo representa su elevado costo en la conservación de sus equipos, lo cual puede olvidarse si se toma en cuenta los beneficios que obtienen las empresas si dedican más recursos a su mejor habilitación. Al lograr implementar un proceso completo y adecuado de la cadena de frío se puede lograr entre otras cosas:

- Minimizar las pérdidas en el proceso de post-cosecha
- Se logra aumentar la calidad en la producción

- Se atrae un mayor número de consumidores.
- Permite la exhibición de diversos productos, independientes de su naturaleza.

Algunas recomendaciones que se dan a las empresas que manejan productos dentro de la cadena de frío son:

Temperatura: Se debe mantener el producto por debajo de los 18° hasta los -40° durante toda la cadena de frío.

Envase: Los productos se deben empaquetar herméticamente para que no sufran cambios de temperatura.

Rotación: La rotación del inventario se debe hacer a través del sistema FIFO (el primero que entra, es el primero que sale).

Control: Se debe llevar un control y medición de la temperatura durante toda la cadena. Es recomendable hacer controles antes de cargar los productos, mientras se transportan y antes de su acopio y entrega al consumidor final.

Muestras: Se debe hacer rigurosos controles de temperatura según la cantidad de la carga. Si se realizan traslados de varios productos, es necesario sacar muestras de los productos de cada uno.

Transporte: los vehículos tienen que tener instrumentos de medición de temperatura. No hay que transportar diferentes productos con requerimientos de calor que no sean los mismos.

Cargas y descargas: hay que pre-enfriar los vehículos antes de la carga, y por lo tanto sus puertas no deben abrirse hasta que ese proceso esté finalizado.

Almacenaje: los productos deben almacenarse de tal forma que no entorpezca el paso del aire que los enfría.

El éxito dentro de la cadena de frío está ligado a una adecuada combinación entre la inversión de la tecnología y la rentabilidad que esta puede traerle a la empresa. El factor determinante lo representa la manutención de la temperatura y de todos los factores que influyen para que no se corte en alguna parte de la cadena.

2.2.2. La automatización en la C.A de los Productos Lácteos

A raíz de la competencia externa e interna que representan los procesos de globalización, el sector de los productos lácteos ha sufrido grandes cambios en la mayoría de los países latinoamericanos.

Debido a este escenario, la competitividad de las empresas se encuentra íntimamente relacionada a la mejora de los procesos, técnicas y conceptos del trabajo, así como a la adecuación de las nuevas exigencias del mercado y a la colaboración que se produzca a lo largo de la cadena. De igual forma, el aumento de las exportaciones de productos lácteos exige la modernización de su ciclo, la aplicación de las normas internacionales y el fortalecimiento de toda la cadena productiva. El sector lácteo utiliza herramientas de automatización volcadas a la mejoría de la eficiencia en todas las etapas: de la producción al transporte, comercialización, venta y reposición de los productos y sus derivados. Para lograr un buen resultado final, se requiere una estructura integrada de información, control de stock y administración para que se reduzca el costo logístico agregando valor al negocio como un todo. Una logística efectiva permitirá que los productos lleguen a su destino y para los consumidores de forma más rápida y con mayor calidad. La administración de la cadena de abastecimiento de los lácteos cuenta con todas las herramientas de automatización disponibles en el mercado, tal es el caso de la identificación y el código de barras para aplicación en todos los productos terminados, así como el uso de la comunicación electrónica entre socios utilizando los mensajes estandarizados, por medio del EDI (Intercambio

Electrónico de Datos). Estas herramientas permiten que los procesos se automaticen a lo largo de la cadena de abastecimiento y así lograr ganancias de eficiencia en las operaciones logísticas de la administración de stock, además del rastreo de los productos y la implementación de modelos de reposición continua de mercaderías.

Hay que tomar en cuenta, que la adopción de medidas de rastreo dentro de la cadena forma parte de las exigencias sobre seguridad alimenticia que requieren una mayor garantía de calidad y de información sobre los métodos de producción.

Este es un factor imprescindible para los lácteos, cuyo carácter de durabilidad exige mayores cuidados y atención. Aunque el rastreo aún no sea una exigencia formal de algunos segmentos, algunas empresas vienen invirtiendo en esta herramienta como parte de su estrategia de mercado. Es un hecho, que los eslabones de las cadenas de abastecimientos se benefician por la correcta aplicación y el uso del código de barras y del EDI. Desde el productor al consumidor final, todos son favorecidos por los avances provenientes de la automatización. La agilidad, precisión, confiabilidad y eficiencia en los procesos; la seguridad de los artículos consumidos y la mejor disponibilidad de productos para el consumidor, son algunas de las actividades que se enriquecen con la automatización.

Extraídos de las paginas: <http://www.gs1pa.org/boletin/2004/mayo/boletin-may04-art4.html>, <http://www.gs1pa.org/boletin/2004/mayo/boletin-may04-art1.html> y <http://www.revistaalimentos.com.co/ediciones/edicion3/sector-destacado---lacteo/como-esta-el-sector-lacteo.htm>.

2.2.3. Vida útil de los Derivados Lácteos

Vida Útil: Es el tiempo que tiene un alimento antes de ser declarado no apto para consumo humano. La técnica está basada en un método acelerado por incremento de temperatura. Se fundamenta en la sucesión de reacciones químicas de los alimentos, muchas reacciones químicas son motivos de deterioro, ejemplo ranciamiento, entonces si se incrementa la temperatura de almacenamiento de alimentos.

Leche: Para la conservación de la leche es importante que no esté directamente expuesta a la luz ya que pierde riboflavina y vitamina C y se afecta el sabor. Como sabemos la leche es sometida a procesos de enfriamiento, filtración, estandarización, pasteurización, homogenización. Esto hace que la vida útil de la leche sea 72 horas refrigerada entre 2° y 5° C.

Leches Acidas (yogurt): Para la conservación de las leches acidas (yogurt y kumis) siempre se debe tener bajo refrigeración, pues los cambios sucesivos de temperatura atentan contra la conservación del producto tanto desde el punto de vista microbiológico como físico (estabilidad). La cámara de almacenamiento debe mantenerse limpia y aseada y no debe emplearse para otros productos que puedan causar mal sabor y olor. Vida Útil: 21 días refrigerado entre 2° y 5° C.

Queso: Terminada la maduración de los quesos debe interrumpirse rápidamente para almacenarlos sin que se produzcan modificaciones ulteriores. Los cuartos fríos y/o refrigeradores bien adecuados son necesarios para su conservación.

QUESO BLANCO: Vida Útil: 30 días refrigerado entre 2° y 5°C

QUESITO: Vida Útil: 15 días refrigerado entre 2° y 5°C

QUESO CREMA: Vida Útil: 21 días refrigerado entre 2° y 5°C.

QUESO MOZZARELLA: Vida Útil: 30 días refrigerado entre 2° y 5°C.

QUESILLO: Vida Útil: 30 días refrigerado entre 2° y 5°C.

QUESO HOLANDÉS: Vida Útil: 90 días refrigerado entre 2° y 5°C.

Mantequilla: la temperatura de conservación debe ser más baja de -12°C a -15°C para un tiempo promedio de duración de 5 meses. La duración de conservación depende primordialmente de la temperatura así:

20°	C:	10	días
15°	C:	20	días
10°	C:	4	semanas
0°	C:	6	semanas
-10°	C:	3	meses
-20°	C:		6 meses

La circulación de aire inicialmente es fundamental para acelerar el proceso de refrigeración.

Información es extraída de la pagina:<http://www.revistaalimentos.com.co/ediciones/edicion3/sector-destacado---lacteo/como-esta-el-sector-lacteo.htm>

2.2.4. Ubicación de Instalaciones

Decidir dónde ubicar las instalaciones de una compañía constituye una gran parte del diseño de una cadena de suministro. Una decisión básica para alcanzar el equilibrio, aquí es decidir si centralizar para conseguir economías de escala o descentralizar para obtener mayor velocidad de respuesta al estar más cerca al cliente. Las compañías también deben considerar muchos temas relacionados con varias características del área local en la cual se situaran las instalaciones. Estas

incluyen factores macroeconómicos, calidad y costo de los trabajadores, costo de la instalación, disponibilidad de la infraestructura, proximidad al cliente, ubicación de otras instalaciones de la empresa, efectos tributarios, el nivel de riesgos y otros factores estratégicos.

La ubicación de la planta es una decisión estratégica que tendrá una influencia vital para las operaciones de la empresa. La rapidez de respuesta a los pedidos, su costo de producción, su facilidad para crecer, los impuestos que debe pagar, la inversión inicial en terrenos y construcción, la disponibilidad de recursos humanos y de profesionistas, la influencia de los sindicatos, la facilidad para obtener

refacciones, materias primas y servicios eficientes y de bajo costo, dependen de la ubicación de la planta.

En general podemos dividir a estos factores en:

- ✓ Relacionados con la inversión inicial
- ✓ Relacionados con los costos y tiempos de producción
- ✓ Relacionados con la obtención de recursos materiales
- ✓ Relacionados con la obtención de recursos humanos
- ✓ Relacionados con las comunicaciones

Inversión inicial: La localización de la planta se ve influenciada grandemente por las facilidades de los estados para el desarrollo industrial. La adquisición de terrenos a bajo costo es un atractivo que debe tomarse en cuenta. Sin embargo, para evaluar la inversión inicial debe tomarse en cuenta además los costos de construcción, y las regulaciones respecto a contaminantes ambientales como desechos, ruido y emisiones a la atmósfera. Las que pueden variar de un estado a otro. En general los lugares mejor ubicados tienen costos más altos en terrenos, y regulaciones ambientales más estrictas, pero son más baratos en su construcción.

Costos y tiempos de producción: La estructura de los costos y los tiempos de entrega de los pedidos se ven afectados por la ubicación de la planta. La cercanía

con las fuentes de abastecimiento, como materias primas y artículos de importación, al igual que con los centros consumidores bajan los costos de transportación y agilizan las operaciones. La mejor manera de decidir una ubicación idónea es mediante la evaluación económica. Se definen los posibles puntos de ubicación de la empresa y para cada uno de ellos se evalúa económicamente los diversas partidas como fletes, gastos de viajes, y demás y se valora el impacto de los aspectos no económicos en la operación de la empresa, como podrían ser el servicio y la oportunidad. Después se toma la decisión final respecto a la ubicación.

Recursos y materiales: La facilidad y el costo para la obtención de los recursos materiales y servicios, es un factor tan importante como el costo. El desabasto de refacciones, energéticos o agua, puede interrumpir y parar la marcha de la empresa. La región de asentamiento de la planta debe de contar con la infraestructura necesaria para surtirla de los insumos necesarios para su operación.

Recursos Humanos: La disponibilidad de mano obra es otro factor clave para decidir la ubicación de la planta. Además, se requiere mano de obra calificada pues es difícil formar a buenos artesanos u operarios fácilmente. Un aspecto ligado a la mano de obra es la influencia de los sindicatos, la que varía en los diferentes estados y ciudades. Sindicatos poderosos muchas veces son sinónimo de ineficiencia y baja productividad. Flexibilidad, buena voluntad, cooperación, trabajo en conjunto y aplicación rigurosa de los reglamentos de trabajo de la empresa en todos los trabajadores, son asuntos que deben ser tratados con los sindicatos antes de iniciar operaciones. La disponibilidad de profesionistas y técnicos calificados son vitales para operaciones a bajo costo y sin interrupciones.

Comunicaciones: La infraestructura de ferrocarriles, carreteras, transportes y servicios de carga mantienen las operaciones ágiles y a costos bajos y puede ser la diferencia entre una operación continua o con interrupciones por falta de opciones y diversidad. Como está plasmado en el libro SULE R, Dile. Instalación

de Manufactura. Consideraciones para la selección del sitio y servicios. Capitulo 15. Pág. 549 y 550.

2.2.5. Localización de la Planta

Con frecuencia la ubicación geográfica de una planta tiene un efecto importante sobre la rentabilidad final de la empresa. Con frecuencia el sitio de ubicación de la primera planta se hace en forma no científica; algunas veces la ciudad elegida es simplemente donde vive la persona que inicio el negocio, y por el contrario el lugar de una planta adicional recibe más atención porque las organizaciones industriales son bastante inmóviles.

Algunos factores que deben tenerse en cuenta en la selección del sitio son:

- Servicio de Transporte
- Oferta de Mano de Obra
- Disponibilidad de terrenos
- Cercanía de los mercados
- Disponibilidad de servicios adecuados
- Proximidad a las materias primas
- Características geográficas y meteorológicas
- Impuestos y leyes
- Actitudes de la comunidad
- Seguridad nacional
- Proximidad a las plantas actuales de la empresa

Con frecuencia la cantidad de sitios alternos puede reducirse a eliminar los sitios que no cumplan los requerimientos mínimos, sin embargo debido a la naturaleza de las diversas industrias, esos factores pueden variar de un caso a otro. Pero se debe determinar las reglas críticas para usarlas en la selección preliminar.

2.2.6. Tendencias y estrategias futuras en la localización

Tendencias:

- ✓ Creciente internacionalización de la economía.
- ✓ Automatización de los procesos: hacen el factor trabajo menos importante.
- ✓ Mejora de los transportes y el desarrollo de las tecnologías informáticas y de telecomunicaciones.
- ✓ Éxodo de las áreas urbanas a las rurales.
- ✓ Auge del comercio electrónico.

Estrategias de localización:

Objetivo general: elección de un lugar para las instalaciones, que favorezca el desarrollo de las operaciones. La prioridad competitiva determina la localización.

- Altos costes de transporte de distribución; pocas actividades de servicio.

Plantas orientadas al suministro: Ej.: compañías mineras, empresas alimenticias.

Plantas orientadas al producto: localización en términos de costo.

- Alta especialización.

- Altos volúmenes de fabricación.

- Economías de escala.

- Aumento de los costos de transporte de materia prima y productos finales.

c) Plantas orientadas al mercado: localización en términos de servicio.

- Aumento de los costes de producción y aprovisionamiento.

- Disminución de los costes de transporte de distribución.

- Reducción de los tiempos de entrega de los bienes.

d) Plantas orientadas al proceso: localización en términos de eficiencia.

Se centran en un segmento del proceso de fabricación de la empresa o de un determinado tipo de componentes: Ejemplos

- ✓ Gran eficiencia.

✓ Economías de escala.

Aumento de las interrelaciones entre plantas, con el aumento consiguiente de los costes de transporte.

e) Estrategia multi-plantas: empresas multinacionales y globales.

Gran número de instalaciones.

Alternativas ilimitadas.

Muchos productos involucrados.

Altos niveles de producción.

Como lo plantea SULE R, Dile. Instalación de Manufactura. Consideraciones para la selección del sitio y servicios. Capítulo 15. Pág. 549 y 550

2.2.7. Procedimiento General para la Toma de Decisiones de Localización

Búsqueda de las alternativas de localización Se establecerá un conjunto de localizaciones candidatas para un análisis más profundo, rechazándose aquéllas que claramente no satisfagan los factores dominantes de la empresa (por ejemplo; existencia de recursos, disponibilidad de mano de obra adecuada, mercado potencial, clima político estable, etc.).

Evaluación de alternativas En esta fase se recoge toda la información acerca de cada localización para medirla en función de cada uno de los factores considerados. Esta evaluación puede consistir en medida cuantitativa, si estamos ante un factor tangible (por ejemplo; el costo del transporte) o en la emisión de un juicio si el factor es cualitativo (por ejemplo; clima político).

Selección de la localización A través de análisis cuantitativos y/o cualitativos se compararán entre sí las diferentes alternativas para conseguir determinar una o varias localizaciones válidas, dado que, en general, no habrá una alternativa que sea mejor que todas las demás en todos los aspectos, el objetivo del estudio no debe ser buscar una localización óptima sino una o varias localizaciones

aceptables. En última instancia, otros factores más subjetivos, como pueden ser las propias preferencias de la empresa a instalar determinarán la localización definitiva.

2.2.8. Métodos de Evaluación de las Alternativas de Localización.

Métodos cuantitativos para la localización:

- ✓ Método de los factores ponderados.
- ✓ Método del centro de gravedad.
- ✓ Método del transporte.
- ✓ Método Delfi.

2.2.8.1. Método de los Factores Ponderados

Pasos:

1. Determinar una relación de los factores relevantes.
2. Asignar un peso a cada factor que refleje su importancia relativa.
3. Fijar una escala a cada factor. Ejm: 1-10 ó 1-100 puntos.
4. Hacer que los directivos evalúen cada localización para cada factor.
5. Multiplicar la puntuación por los pesos para cada factor y obtener el total para cada localización.
6. Hacer una recomendación basada en la localización que haya obtenido la mayor puntuación, sin dejar de tener en cuenta los resultados obtenidos a través de métodos cuantitativos.

2.2.8.2. Método del Centro de Gravedad

Es una técnica de localización de instalaciones individuales en la que se consideran las instalaciones existentes, las distancias que las separan y los volúmenes de artículos que se han de despachar.

Procedimiento:

Empieza colocando ubicaciones existentes en un sistema de cuadrícula con coordenadas. El objetivo es establecer las distancias relativas entre las ubicaciones. El centro de gravedad se encuentra calculando las coordenadas X e Y que dan por resultado el costo mínimo de transporte.

Fórmulas:

$$C_x = \frac{\sum d_{ix} V_i}{\sum V_i} \quad C_y = \frac{\sum d_{iy} V_i}{\sum V_i}$$

Cx = Coordenada X del centro de gravedad

Cy = Coordenada Y del centro de gravedad

dix = Coordenada X de la iesima ubicación

diy = Coordenada Y de la iesima ubicación

Vi = Volumen de artículos movilizados hasta la iesima ubicación o desde ella

2.2.8.3. Método de Transporte.

El método de transporte de la programación lineal, puede emplearse para someter a prueba el impacto que en materia de costos tienen las diversas ubicaciones posibles, Ejemplo:

Encontrar el plan de distribución para satisfacer la demanda con el mínimo costo de transportes entre plantas y almacenes.

Planteamiento:

1-VARIABLES:

X_{ij} : Cantidad a transportar desde i hasta j (km)

CONSTANTES (DATOS):

C_{ij} : Costos de transporte desde i a j (\$/ km)

D_i : Disponibilidades en las diferentes plantas

B_j : Demandas en los almacenes

2-RESTRICCIONES:

$X_{ij} \leq D_i$ $X_{ij} \leq B_j$ $X_{ij} \geq 0$

j

3- FUNCIÓN OBJETIVO: $MIN Z = \sum X_{ij} * C_{ij}$

MATRIZ DE TRANSPORTE

	ORIGEN \ DESTINO	1	2	3		j	
P L A N T A S	1	$c_{11} X_{11}$					D_1
	2						D_2
	3			$c_{ij} X_{ij}$			D_3
	i						D_i
			B_1	B_2	B_3		B_j
		ALMACENES					

2.2.8.4. Modelo Delfi.

Abarca mucho más que: ubicaciones de una sola instalación, minimización del tiempo de viaje, distancias entre punto de demanda y oferta, minimización de costos, entre otros.

El Modelo Delfi es aplicado en situaciones más complejas de problemas de ubicación y distribución de Planta.

El modelo es desarrollado por: Un equipo coordinador, el equipo vaticinador, y el equipo estratégico

Se identifica así tendencias, desarrollo y oportunidades; así como los puntos fuertes y débiles de la organización.

1. Formar dos grupos delfi: Un grupo es para vaticinar las tendencias en los ambientes social y físico que afecten a la organización (grupo vaticinador), y el segundo grupo es para identificar las metas y prioridades estratégicas de la organización (el grupo estratégico delfi).
2. Identificar amenazas y oportunidades: El equipo coordinador, mediante varias tandas de cuestionarios y de retroalimentación, le solicita al equipo vaticinador delfi que identifique las principales tendencias y oportunidades del mercado, así como las amenazas contra las que se debe prevenir la organización.
3. Determinar la(s) dirección(es) y las metas estratégicas de la organización: El grupo estratégico utiliza las conclusiones de la investigación delfi del grupo vaticinador.
4. Desarrollar alternativas: Luego de establecida la meta a largo plazo por el grupo estratégico; este debe centrar su atención en el desarrollo de diversas alternativas.
5. Jerarquizar las alternativas: El conjunto de alternativas del paso anterior se presentan al grupo estratégico delfi para que se le asignen juicios subjetivos de valor.

2.2.9. Papel del Transporte en la Cadena de Suministro.

El transporte se refiere al movimiento de producto de un lugar a otro desde el principio de la cadena de suministro hasta el cliente final. El transporte es una directriz importante de la cadena ya que los productos rara vez son producidos y consumidos en el mismo lugar de, es un componente significativo de los costos en los incurren la mayoría de las cadenas.

El éxito de una cadena está asociado estrechamente con el uso del apropiado del transporte.

2.2.10. La Distribución: Proceso Clave en la Cadena de Suministro

Ante los retos de la nueva economía, las empresas se han organizado en cadenas de suministro, con el fin de actuar como una sola organización frente al consumidor final. Estas cadenas requieren entregar puntualmente y en el menor tiempo de ciclo posible, entendiendo por este ciclo el lapso transcurrido entre la recepción de materias primas de nuestro proveedor, hasta la entrega al cliente final por la empresa de distribución o comercialización, que funge como nuestro cliente. Al reducir este tiempo de ciclo, los inventarios de la cadena de suministro y los costos operacionales también se aminoran. Los cuatro grandes macro-procesos de una cadena de suministro son: Planeación, Suministro, Producción o Generación del Bien o Servicio (Hacer) y Entrega o Distribución.

Se ha demostrado que el 90% del total del tiempo de ciclo de la cadena corresponde a tiempos de movimiento y/o espera, con lo que la reducción de este tiempo constituye en el reto más importante de la función logística de cada empresa dentro de la cadena de suministro, con la consecuente reducción de inventarios y de costos. De ahí resalta la importancia de administrar efectivamente

el proceso de distribución o entrega a nuestros clientes ya sean internos o externos.

Para eso se requiere una administración formal del proceso de distribución que permita utilizar adecuadamente los recursos de transporte y almacenamiento como flota de transporte, número de andenes, número de visitas o paradas por cada unidad de transporte, capacidad de almacenamiento, capacidad de transporte, introducción del concepto de circuitos y el Cross-dock, entre otras.

Además, utilizar técnicas de distribución como es el Efficient Customer Response, Quick Response, que nos permitan trabajar bajo el concepto de puerta-a-puerta.

Es decir, a nuestro cliente no le importa cómo lo hagamos, lo que sí le interesa es que podamos mover el producto desde un punto de origen hasta un punto destino, sin que el tenga que administrar y monitorear la ejecución; y que ese movimiento se haga en los tiempos establecidos con un costo mínimo para él, garantizando que el material no detenga su flujo sin importar el proceso donde se le ubique.

En el área de Logística/Transporte, el uso de la tecnología de información está rompiendo las estructuras conceptuales tradicionales y representa una de las diferencias sustanciales y críticas para ser competitivo en el ambiente de la nueva economía. Hay que recordar que en la economía de Internet, la entrega representa el momento de la verdad de los miles de procesos de negocio que tuvieron que ser ejecutados antes, para esto, la sincronización, el diseño de redes de distribución y la optimización de transporte, son necesarios para no caer en stock out o entregar fuera del tiempo establecido, con faltantes o en el lugar inadecuado.

Si esto sucede, todo el valor generado a través de la cadena de suministro se pierde, y a la larga puede representar la pérdida de mercado de las empresas que la conforman. Las compañías líderes nacionales e internacionales han tomado como eje de todas sus estrategias de negocio el fortalecer el macro-proceso de

distribución y gracias a él, ejercen un dominio en los mercados en lo que participan.

2.2.11. Toma de Decisiones Logísticas- Red Logística

La gestión de las diferentes actividades logísticas de una empresa se reduce al problema de diseño de la configuración en red efectiva y eficiente, el interés del logístico está centrado en la planificación de la red de distribución que permita a los productos de su compañía, tras una petición de sus clientes estar en el tiempo y en el sitio adecuado. El diseño de esta red tiene como metas el construir una configuración de fabricas, puntos de venta y almacenes que permita junto con el establecimiento de los niveles de inventario, servicios de transporte y un sistema de procesamiento de información adecuado obtener un balance optimo entre las ventas y los costos asociados a las operaciones de la red.

Para realizar correctamente el proceso de toma de decisiones es necesario contar con ciertos requisitos, por un lado es esencial que la persona encargada de ese importante paso dentro de la logística, sea la capacitada así como la determinada para tal responsabilidad. Por otro lado, es fundamental contar con los medios para poder llevar a cabo dicha toma de decisión. Entre estos medios se cuentan los recursos con los que se cuenta, tanto la empresa como por ejemplo los puertos y aeropuertos donde se va a transitar así como también las condiciones climáticas que presenten las regiones y rutas por dónde se busca mover las mercancías de los clientes. Es importante que los compromisos que se realicen con el cliente sean factibles, es decir, no prometer imposibles y para lograr esto se requiere estar al tanto de la situación de lo antes mencionado, de lo contrario se va a interrumpir la transportación del embarque o incluso no se podrá comenzar, llevando consigo una falta en el prestigio de la empresa logística.

Un proceso de logística exitoso es aquel en el cuál, el proveedor del servicio se encuentra informado de las circunstancias actuales, capacitado en cuanto a personal, a infraestructura y a recursos y finalmente la mejor logística será aquella que haga el mejor empleo de estos recursos sirviéndose de la más óptima toma de decisiones.

Entre las principales decisiones que pueden cambiar el rumbo de una buena logística, me parece importante destacar las de: hacer un análisis exhaustivo del modelo de costos actual y realizar las modificaciones pertinentes para la minimización de los mismos buscando las eficiencias necesarias, Incluir procesos sistematizados en la operación de la planta evitando errores manuales y agilizando la información y tiempos de proceso, llevar a cabo un estudio físico de la ubicación de nuestros proveedores y de nuestros clientes.

2.2.12. Modelo de Transporte

Este modelo tiene como objetivo determinar cómo hacer llegar los productos de los centros de distribución a los minoristas y/o a los consumidores o clientes, para satisfacer la demanda o pedidos a un costo mínimo de transporte o de envío. El modelo de transporte debe determinar un plan de transporte o envío de una mercancía de varias fuentes a varios destinos, es decir, cantidad de unidades de productos que se enviará de cada fuente a cada destino tal que se minimice el costo de transporte total. Los datos que suministraremos a este modelo serán los siguientes:

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

El Planteamiento del Modelo de Transporte tendrá las siguientes variables de diseño:

- O_i = Cantidad de recursos (oferta) en las plantas de distribución (fuente) i
- D_j = Cantidad de la demanda (necesidad) en el destino j
- C_{ij} = Costo de transporte unitario (o de distribución) entre la fuente i y el destino j
- X_{ij} = Cantidad transportada o enviada de la fuente i al destino j
- Z_k = Zonas destino de la Ciudad
- A_l = Plantas de Distribución

$i = 1, 2, \dots, m$

$j = 1, 2, \dots, n$

$k = 1, 2, \dots, 12$

$l = 1, 2, \dots, 4$

El Modelo General de Programación lineal que representa el modelo de transporte es el siguiente:

$$\text{Minimizar } Z = \sum C_{ij} \sum X_{ij}$$

sujeto a:

$$\sum X_{ij} \leq O_i, \quad O_i = 1, 2, \dots, m$$

La suma de los envíos desde una fuente no puede ser mayor que su oferta.

$$\sum X_{ij} \geq D_j, \quad D_j = 1, 2, \dots, n$$

La suma de los envíos a un destino debe satisfacer su demanda.

$$X_{ij} \geq 0, \quad \text{para todas las } i, j$$

En este modelo general implica que la oferta total debe ser cuando menos igual a la demanda total. Cuando la oferta total es igual a la demanda total, la formulación resultante recibe el nombre de Modelo de Transporte Balanceado. Este difiere del modelo general sólo en el hecho de que todas las restricciones son ecuaciones, es decir.

$$\sum X_{ij} = O_i, \quad O_i = 1, 2, \dots, m$$

$$\sum X_{ij} = D_j, \quad D_j = 1, 2, \dots, n$$

En la realidad se puede encontrar que la oferta no sea igual a la demanda, sin embargo, un modelo de transporte siempre puede balancearse.

2.2.12.1. Propiedades de los Problemas de Transporte

Propiedad de soluciones Enteras.

Para los problemas de transporte en donde las ofertas O_i y las demandas D_j tienen un valor entero, todas las variables básicas X_{ij} (asignaciones), en toda solución básica inicial factible (incluyendo la óptima), tienen también valores enteros.

Propiedad de soluciones Factibles.

$$\sum O_i = \sum D_j$$

Una condición necesaria y suficiente para que un problema de transporte tenga soluciones factibles es que:

Los recursos totales disponibles (ofertas) deben ser iguales a las exigencias totales (demanda), lo que exige entonces que el problema debe estar balanceado.

Si no se cumple, entonces significa que O_i ó D_j están indicando que hay un requerimiento que no es exacto; por esta razón se debe introducir en el modelo un origen o destino "imaginario" o "ficticio".

Interpretación de las fuentes y destinos ficticios:

- i. La cantidad de unidades enviadas a un destino desde una fuente ficticia, representará la cantidad faltante en ese destino.
- ii. La cantidad de unidades enviadas a un destino ficticio desde una fuente, representará una cantidad excedente en esa fuente.

El costo de transporte unitario asociado es cero (0), puesto que en el caso I. no se están enviando las unidades ya que no existen; en el caso II. Las unidades permanecen en la fuente ya que el destino es ficticio.

2.2.12.2. Técnica del modelo de transporte

Los pasos básicos de la técnica del transporte son:

Determinación de la solución básica inicial.

La definición general del modelo de transporte requiere la condición $\sum O_i = \sum D_j$, lo que da origen a una ecuación dependiente, lo que significa que el modelo de transporte tiene sólo $m + n - 1$ ecuaciones independientes. Por lo tanto, como en el método simplex, una solución factible básica inicial debe incluir $m + n - 1$ variables básicas.

Para la formulación del problema de transporte se utiliza como base la Tabla de Transporte en la que se obtiene de manera fácil y directa una solución básica inicial, en donde todas las filas y las columnas son tenidas en cuenta para proporcionar una variable básica (asignación).

Cuando se ha realizado una asignación, se debe tachar (no tener en cuenta para asignación) la fila (columna) con la oferta (demanda) satisfecha; lo que indica que las variables restantes de la fila (columna) son iguales a cero (variables no básicas).

Si se satisfacen una fila y una columna al mismo tiempo, sólo una (fila o columna) puede ser tachada; lo que indica la ubicación automática de variables básicas iguales a cero (variables básicas degeneradas).

Los métodos utilizados para originar una solución básica inicial son los siguientes:

2.2.12.2.1. Método del Costo Mínimo

Se asigna la mayor cantidad posible de las ofertas o las demandas al menor costo unitario C_{ij} de toda la tabla (Los empates se rompen arbitrariamente), se ajusta la oferta y la demanda de la fila y columna, se tacha la fila o columna satisfecha; se repite el proceso asignando la cantidad más grande posible a la variable con el costo unitario no tachado más pequeño. El procedimiento termina cuando queda exactamente una fila o una columna sin tachar.

2.2.12.2.2. Método de la esquina noroeste.

Se comienza con la asignación de la máxima cantidad posible de las ofertas o las demandas a la variable X_{11} (la de la esquina Noroeste de la tabla). Después se tacha la fila o columna satisfecha, lo que indica que las variables restantes de la fila (columna) son iguales a cero (variables no básicas). Después de ajustar las cantidades de la oferta y la demanda de todos las filas y columnas no tachadas; se repite el proceso asignando al primer elemento no tachado de la nueva fila o columna. El procedimiento termina cuando queda exactamente una fila o una columna sin tachar.

2.2.12.2.3. Método de aproximación de Vogel (mav).

- a. Para cada fila y columna se calcula la diferencia aritmética entre el costo mínimo unitario C_{ij} y el que le sigue, de los que quedan en esa fila o columna (cuando hay empates cualquiera).
- b. Se identifica la fila o columna con la mayor diferencia, rompiendo empates de forma arbitraria. Luego se asigna la máxima cantidad posible de las ofertas o las demandas a la variable X_{ij} con el costo unitario C_{ij} más bajo de la fila o columna seleccionada. Después se ajustan las cantidades de la oferta y la demanda de todas las filas y columnas, tachando la fila o columna satisfecha. Si se satisfacen una fila y una columna al mismo tiempo, sólo una (fila o columna) puede ser tachada, y a la fila o columna se le asigna una oferta (demanda) igual a cero (lo que indica una variable básica degenerada). Se repite el proceso para las filas o columnas no tachadas.
- c. Cuando sólo queda una fila o columna sin tachar y existe una cantidad de oferta o demanda positiva sin asignar, se determina la variable básica por el método del Costo Mínimo.

De ésta manera termina el procedimiento.

NOTA: Cuando se tiene una fila o columna sin tachar y existe una variable básica con asignación igual a cero, no se tiene en cuenta (la fila o columna) para el paso a. Se determina la variable básica con valor cero (0) a través del método del Costo Mínimo.

2.2.12.3. Prueba de Optimalidad

Para la realización de la prueba de OPTIMALIDAD se debe determinar la variable no básica que debe entrar a la base; por lo tanto se considera que una solución básica factible es OPTIMA si y sólo si se cumple:

$$C_{ij} - U_i - V_j \geq 0 \quad \text{para toda } (i,j) \text{ tal que } X_{ij} \text{ sea una variable no básica.}$$

Donde para cada variable básica X_{ij} de la solución actual, los multiplicadores (variables duales asociadas) U_i y V_j deben satisfacer la siguiente ecuación:

$$C_{ij} = U_i + V_j$$

ya que toda variable básica tiene coeficiente cero (0) en la función objetivo.

Como se tienen $m + n - 1$ variables básicas, por lo tanto deben existir $m + n - 1$ ecuaciones con $m+n$ incógnitas.

Los valores para cada U_i y V_j se pueden determinar a partir de la solución de las $m + n - 1$ ecuaciones, suponiendo un valor arbitrario para cualquiera de las incógnitas U_i y V_j (por lo general se toma un valor para $U_i = 0$, en la fila donde se encuentre el mayor número de asignaciones).

Ahora, $C_{ij} - U_i - V_j$ se interpreta como la tasa a la que Z cambiaría si se aumentara el valor de X_{ij} (variable no básica).

Es decir, que si $C_{ij} - U_i - V_j \leq 0$ determina la variable no básica que debe entrar a la base, ya que disminuye el costo total de Z (costo total de transporte) y se elige el valor negativo más grande para entrar.

Si se incrementa el valor de la variable no básica que entra de cero a un valor positivo, se produce una reacción en cadena de cambios compensatorios en otras variables básicas (asignaciones) con el fin de seguir satisfaciendo las restricciones de oferta y demanda. Se debe encontrar una celda donadora (en la cual se

disminuye la cantidad asignada) y otra receptora (se le aumenta la cantidad asignada) formando así la reacción en cadena.

- El propósito de éstas celdas es dar la capacidad de llevar una variable básica (asignación) con valor Positivo a cero (0) y aumentar una variable no básica de valor cero (0) a un valor positivo.
- La variable básica que debe salir de la base será aquella que disminuya su valor a cero (0) más rápido al realizar los cambios en las asignaciones escogidas según la anterior observación.

Entonces, la nueva solución básica factible se identifica con sumar el valor (antes de los cambios) de la variable básica que sale a las asignaciones de cada celda receptora y restar esta misma cantidad a las asignaciones de cada celda donadora.

Teniendo la nueva solución básica factible se realiza de nuevo la prueba de OPTIMIDAD, para lo cual se repite el proceso de determinar los nuevos valores para las incógnitas U_i y V_j

Tal que $C_{ij} - U_i - V_j \geq 0$ para toda (i,j) con la condición de que X_{ij} sea una variable no básica.

2.2.13. Análisis de Costos

Tradicionalmente ha sido más analizado el costo industrial. No se reparaba tanto el costo global de distribución porque el problema principal era la escasez. Cuando esta pasa a segundo plano y el punto crítico de las empresas no es producir sino vender y distribuir, los costos inherentes a la distribución cobra relevancia. A pesar de ello durante mucho tiempo se han considerado como un “cajón de sastre”. Solo cuando la competencia se vuelve más dura y se traslada al apartado logístico, se ve la necesidad de analizar dichos costos para mejorar el margen o para no entrar

en números rojos. Hoy en día se dispone el suficiente aparato conceptual y herramientas de análisis basadas en informática como para permitirse el lujo de no analizar el costo logístico.

Los componentes básicos del costo logístico son:

1. Stock: Inversión en stock y costo financiero del mismo. Hay que añadir los costos ocultos tales como obsolescencia, roturas, seguros, etc.
2. Almacenaje.
3. Preparación de pedidos.
4. Transporte; tanto de larga distancia como capilar.
5. Envase y embalaje.
6. Sistemas de distribución.

El método de análisis de costos posee la gran ventaja sobre cualquier otro, ya que conjuga varios factores que afectan la localización desde el punto de vista monetario.

Su aplicación es simple ya que consiste en sumar los costos de ubicación de los factores que se tienen que tomar en cuenta en cada sitio atractivo para la instalación de un proceso de transformación, sucursal u oficina de operaciones.

Ubicar una nueva instalación, tomando en cuenta solamente los costos puede ser Engañoso. Se dice que puede ser engañoso porque como se desarrolló al comienzo del capítulo, existen otros factores de carácter poco tangible y más psicológico que pueden afectar definitivamente la decisión final de localización. Los costos de logística e instalaciones en los que se incurre dentro de la cadena de suministro cambian conforme cambia el número de instalaciones, su ubicación y la asignación de la capacidad, las compañías deben considerar los costos del inventario, el transporte y las instalaciones al diseñar la red de su cadena.

Los costos de inventario y las instalaciones se incrementan conforme aumentan el número de estas en la cadena. Los costos de transporte disminuyen conforme el

número de instalaciones aumentan, si este aumenta hasta el punto donde se pierden las economías de escala los costos de transportes incrementan.

En el diseño de la red de la cadena de suministro también influye la transformación que ocurre en cada instalación, cuando hay una reducción significativa en el peso y el volumen del material como resultado de su procesamiento, puede ser mejor ubicar las instalaciones cerca de la fuente de aprovisionamiento en lugar de cerca del cliente.

Los costos de logística totales son igual a la suma de los costos de inventario, transportación e instalaciones. El número total de instalaciones debe ser por lo menos igual al número que minimice el costo total de logística, la compañía puede incrementar el número total mas allá de este punto para mejorar el tiempo de respuesta a sus clientes, la decisión se justifica si el incremento en los ingresos que produce la respuesta mejorada supera el incremento en los costos de las instalaciones adicionales.

Planteado por MAULEON TORRES, Mikel. En su libro, Logística y costos, Teoría de almacenes, Ediciones Díaz de Santos, España. Pág. 2, 67,91

2.2.14. Costo Beneficio

Este criterio permite determinar y comparar la rentabilidad de los proyectos contrastando el flujo de costos y beneficios actualizados, que se desprenden de su implementación. Los costos corresponden al valor de los recursos utilizados, en tanto que los beneficios son el valor de los bienes o servicios producidos por el proyecto. La evaluación se califica de privada cuando se considera el interés de una unidad económica concreta.

Sabemos, en principio, que los costo financieros no se pueden equiparar con los costos económicos del proyecto; en el efecto, los costos financieros son las

cantidades medidas en dinero que el agente económico paga por los bienes y servicios requeridos para la ejecución y la operación del proyecto.

En tanto que los costos económicos señalan el valor que representan para la sociedad esos mismos bienes cuando se aplican a su uso alternativo mas valioso.

Para analizar la relación de beneficios no solo debemos centrarnos en el beneficio económico sino revisar las ventajas que tiene la empresa al tener el control administrativo centralizado, también el hecho de tener la operación centralizadas permite tener una visión clara y compacta que permite plantear nuevas ideas que permitan continuar con el proceso de mejora continua y que le traerán nuevos ahorros y eficiencias en los procesos operativos de la empresa.

Planteado por el autor, MIRANDA MIRANDA, Juna José, Gestión de Proyectos, MM Editores, Cuarta Edición, Bogotá. 2003, Pág. 45

2.3. MARCO LEGAL

Regulación de la producción, procesamiento, transporte y comercialización de la leche (productos lácteos).

DECRETO 476 DE 1998 DE MINSALUD Y MINAGRICULTURA

Modifica algunos artículos del Decreto 2437/83 y deroga el Decreto 2473/86 sobre leches.

DECRETO 2278 DEL 2 DE AGOSTO DE 1982 DE MINISTERIO DE SALUD

Por la cual se oficializa la norma técnica colombiana NTC 512-1 relacionada con el rotulado de alimentos. (4a. Actualización)

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 512-2 DE 2004

Regula lo concerniente a procesamiento, composición, requisitos, transporte y comercialización de los derivados lácteos.

RESOLUCIÓN 1804 DE 1989 MINISTERIO DE SALUD

Por la cual se modifica la Resolución 2310 de 1986. Lácteos

RESOLUCIÓN 11961 DE 1989 MINISTERIO DE SALUD

Modifica parcialmente la resolución número 2310 del 24 de febrero de 1986.
Lácteos

DECRETO 1036 DE 1991 MINISTERIO DE SALUD

Regula las actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos en el territorio nacional

DECRETO 1270 DE 2002 MINISTERIO DE SALUD

Adiciona literal al artículo 50 del Decreto 3075 de 1997.

DECRETO 1175 DE 2003 MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL

Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3075 de 1997, especialmente lo relativo al artículo 65 – expedición del certificado de inspección sanitaria para exportación

DECRETO 698 DE 1998 DE MINSALUD Y MINAGRICULTURA

Crea el Comité Nacional del CODEX alimentarios y se fijan sus funciones

DECRETO 1324 DE 1998 DE MINISTERIO DE SALUD

Condiciones de los vehículos para transportar carne, pescado, o alimentos fácilmente corruptibles

ACUERDO DE 2003 MINAGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

Por el cual se promueve la aplicación del sistema de análisis de peligros y puntos de control crítico HACCP en las fábricas de alimentos y se reglamenta el proceso de certificación.

DECRETO 2350 DE 2004 MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL

Por la cual se reglamenta parcialmente lo relacionado con la elaboración, conservación y comercialización de jugos, concentrados, néctares, pulpas, pulpas azucaradas y refrescos de frutas.

RESOLUCIÓN 12186 DE 1991 MINISTERIO DE SALUD

Establece requisitos para aprobación de Registros de Importación a la leche en polvo y derivados lácteos en polvo

RESOLUCIÓN 7893 DE 2002 INVIMA

2.3.1. Plan de Ordenamiento Territorial y Plan Maestro de Movilidad

El marco legal también está enmarcado por la normativa existente en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y el Plan de Maestro de Movilidad (PMM), para La ciudad de Bogotá.

Para promover su participación en la red de ciudades interdependientes de la región, el Distrito Capital adelantará las acciones urbanísticas que permitan consolidar su actual estructura urbana y optimizar el uso y aprovechamiento de su territorio.

Dicha consolidación implica acciones de carácter económico, físico, normativo y de gestión aplicables al centro de la ciudad, en su carácter de espacio principal de la región y el país, a las centralidades urbanas y a las zonas y sectores económicos estratégicos de integración y desarrollo regional e internacional.

2.3.2. Decreto 319 del 2006 (POT-PMM)

Por el cual se adopta el Plan Maestro de Movilidad para Bogotá Distrito Capital, que incluye el ordenamiento de estacionamientos, y se dictan otras disposiciones.

TÍTULO II. DEL MODELO DE MOVILIDAD.

Capítulo I. Política.

6. Integración modal: Los modos de transporte deben articularse para facilitar el acceso, la cobertura y la complementariedad del sistema de movilidad urbano, rural y regional.

Capítulo II. Objetivos.

Artículo 8 Objetivos.

8. Promover el funcionamiento logístico de la Ciudad-Región mediante acciones coordinadas entre actores públicos y privados para el desarrollo de centros logísticos, y soluciones viales así como estrategias para el reordenamiento del suelo de uso industrial.

LIBRO II. DE LOS SUBSISTEMAS EN PARTICULAR.

TÍTULO I. DE LOS SUBSISTEMAS VIAL Y VIAL PEATONAL.

Capítulo único. Estrategias.

Artículo 9 Objetivos de la acción sobre la infraestructura vial y vial peatonal.

1.3. La mejora de la malla vial de los sectores de uso industrial autorizados y definidos por el Plan de Ordenamiento Territorial a través de intersecciones viales que permitan consolidar hacia el Occidente y Suroccidente de la ciudad una infraestructura que facilite sus procesos logísticos de acceso-salida del Distrito.

Artículo 11 De los proyectos de Infraestructura Vial y Vial peatonal.

Adóptense de manera general los siguientes proyectos:

*Estudios de los corredores especializados de carga.

Este decreto aquí señalado hace parte del Plan de Ordenamiento Territorial y definido en el Plan Maestro de Movilidad para la ciudad de Bogotá; así como los diferentes libros, capítulos y artículos citados anteriormente establecen la obligatoriedad a las empresas para trasladar sus instalaciones, bodegas y centros logísticos del centro de la ciudad a sus periferias localizándolos en los centros urbanos logísticos.

La empresa no puede mostrarse ajena a las nuevas políticas que se vienen adelantando en su entorno y debe generar estrategias que le permitan dar cumplimiento a la nueva legislación que aunque aún no se estén aplicando sin duda no tardara en entrar en vigencia y sería muy traumático para la empresa dar este paso sin haber planeado lo suficiente y puede acarrear un traumatismo en su operación, es por esto que consideramos importante que la empresa implemente lo que se expone a continuación.

La anterior información es extraída de la pagina: <http://www.sdp.gov.co/section-2064.jsp> y http://www.sdp.gov.co/resources/diagnostico_region_capital_dirni.pdf

3. PROPUESTA

3.1. Proyección de la Demanda

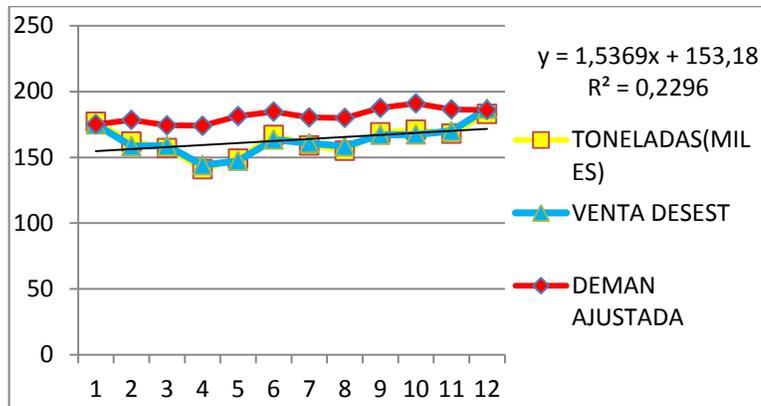
Para efectos de analizar la demanda y saber de manera concreta como se comportara la demanda tanto de producto y de costo de venta hemos tomado los datos suministrados por la empresa, y utilizando la herramienta de pronósticos llamada segregación por series de tiempo, se establece el comportamiento de la información para los siguientes 12 periodos, la cual desarrollamos en excell y presentamos a continuación:

Tabla N. 1: Proyección de la demanda de producto

PERIODO	TONELADAS(MILES)	IND ESTACIONAL	VENTA DESEST	PERIODO PROYEC	DEMAN PROYEC	DEMAN AJUSTADA
ENERO	177	1,01123596	175,0333333	13	173,1597	175,11
FEBRERO	162	1,02145046	158,598	14	174,6966	178,44
MARZO	157	0,98876404	158,7840909	15	176,2335	174,25
ABRIL	141	0,97854954	144,0908142	16	177,7704	173,96
MAYO	149	1,01123596	147,3444444	17	179,3073	181,32
JUNIO	167	1,02145046	163,493	18	180,8442	184,72
JULIO	159	0,98876404	160,8068182	19	182,3811	180,33
AGOSTO	155	0,97854954	158,3977035	20	183,918	179,97
SEPTIEMBRE	169	1,01123596	167,1222222	21	185,4549	187,54
OCTUBRE	171	1,02145046	167,409	22	186,9918	191,00
NOVIEMBRE	168	0,98876404	169,9090909	23	188,5287	186,41
DICIEMBRE	183	0,97854954	187,0114823	24	190,0656	185,99
PROM GENERAL	163,166667					
PROMEDIO 1	165	1,01123596		TENDENCIA	1,5369	
PROMEDIO 2	166,666667	1,02145046		P. CORTE	153,18	
PROMEDIO 3	161,333333	0,98876404				
PROMEDIO 4	159,666667	0,97854954				

Esta tabla muestra como sean venido comportando el despacho del producto durante los doce meses del año 2010, así como la proyección para los próximos doce meses. Dicho despacho esta dado en toneladas de producto. Registrándose un disminución poco significativa para los meses de Marzo, Abril y Agosto.

Grafico N. 1: Proyección de la demanda de Producto.



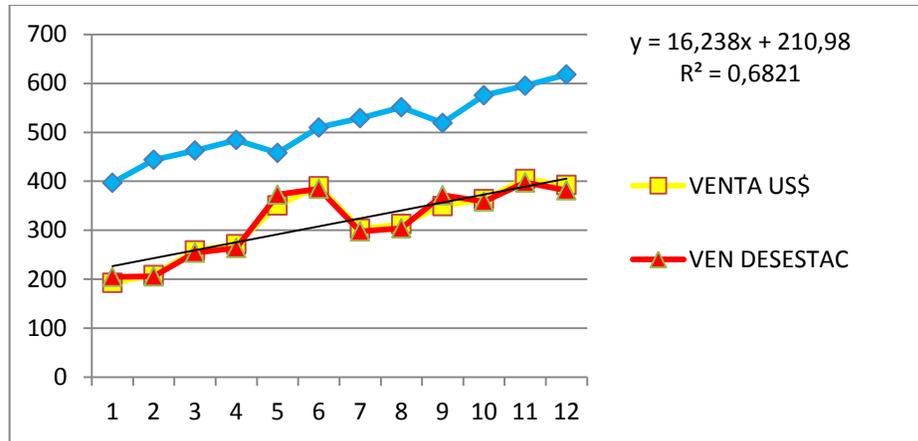
Este esquema muestra la proyección y la tendencia creciente del despacho de productos, los cálculos están hechos en toneladas de producto. Se observa que la proyección muestra una tendencia creciente en el despacho de productos para los siguientes periodos.

Tabla N. 2: Proyección de la demanda de producto

PERIODO	VENTA US\$	IND ESTACION	VEN DESESTAC	PERIODOS PROYECTA	VENTAS PROYEC	VENTAS AJUSTADAS
ENERO	192,8	0,940315404	205,0375854	13	422,074	396,88
FEBRERO	208,6	1,012874181	205,9485808	14	438,312	443,95
MARZO	258,8	1,018034384	254,2153822	15	454,55	462,75
ABRIL	271,5	1,028776031	263,9058373	16	470,788	484,34
MAYO	350,7	0,940315404	372,9599647	17	487,026	457,96
JUNIO	389,7	1,012874181	384,7467015	18	503,264	509,74
JULIO	303,2	1,018034384	297,8288404	19	519,502	528,87
AGOSTO	312,8	1,028776031	304,0506295	20	535,74	551,16
SEPTIEMBRE	349,4	0,940315404	371,5774499	21	551,978	519,03
OCTUBRE	363,5	1,012874181	358,8797177	22	568,216	575,53
NOVIEMBRE	404,7	1,018034384	397,5307774	23	584,454	594,99
DICIEMBRE	392,6	1,028776031	381,6185331	24	600,692	617,98
PROM GENERAL	316,525					
PROMEDIO 1	297,63333	0,940315404	TENDENCIA	16,238		
PROMEDIO 2	320,6	1,012874181	PUNT CORTE	210,98		
PROMEDIO 3	322,23333	1,018034384				
PROMEDIO 4	325,63333	1,028776031				

El cuadro nos indica el comportamiento de las ventas en millones de dólares, para los doce meses del año 2010 y la proyección en ventas para los próximos 12 periodos, registrado un tendencia creciente para las ventas.

Grafico N. 2: Proyección de la Venta.



El grafico representa las ventas y su tendencia creciente.

NOTA: Las proyecciones tanto de producto como de costo de venta están proyectados para toda la compañía, para efectos de nuestro trabajo el sector sur representa un 32% del total de las datos históricos y proyectados.

3.2. Modelo Matemático para el plan de rutas

La propuesta que se plantea consta de un análisis de las capacidades de los centros de distribución y aplicación del modelo del transporte para la compañía, identificando los costos generados por todos y cada uno de los procesos de transporte para realizar la micro distribución a nivel Bogotá. En nuestro modelo matemático del transporte creamos tres modelos que nos establecen los valores actuales de oferta y demanda de los centros de distribución de Sopó y Fontibón y sus rutas a las diferentes Zonas, siendo el primer Modelo el Actual, el segundo

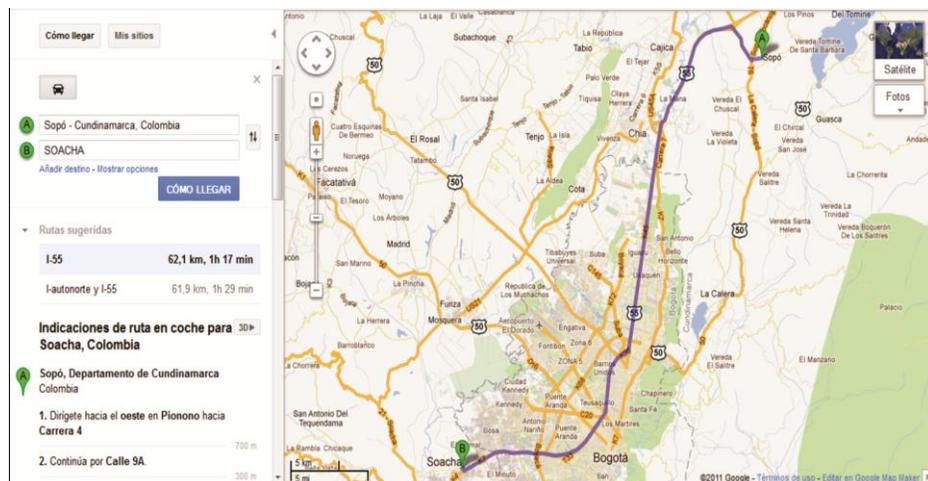
modelo implementando el centro de distribución localizado en Soacha, y el tercer modelo la implementación del nuevo centro de distribución en Usme.

3.2.1. Modelo de rutas de Transporte Actual

El modelo actual está representado de la siguiente forma:

Los datos de las demandas de los productos están medidos en Kgs gracias a la información suministrada por la misma empresa en las estadísticas del mes de Agosto de 2011, es importante tener en cuenta que todos los datos están ajustados a un periodo mensual. Para Establecer las rutas de transporte dividimos a Bogotá en doce (12) zonas de acuerdo al Plan de Ordenamiento Territorial y desde estas zonas, tomamos los puntos de mayor oferta de los productos como epicentro y con la ayuda de la Herramienta de Google Maps, como lo podemos ver en la figura No. 1.

Figura No. 1 : Plano vial Sopo-Soacha



Fuente: Google maps.

La figura muestra la distancia en kilómetros y horas desde el CD de Sopo al Municipio de Soacha.

Se toman los datos de acuerdo a las rutas críticas y las consignamos en las tablas siguientes:

CAPACIDAD MENSUAL DE FABRICAS Y ALMACENES(Kilos)				
F1	F2	A1	A2	TOTAL
5.670.000	2.430.000	5.670.000	2.430.000	8.100.000

F1	PLANTA SOPO
F2	PLANTA FONTIBON
A1	CD SOPO
A2	CD RECODO FONTIBON

KILOS DE PRODUCTOS DEMANDADOS EN CADA UNA DE LAS ZONAS										
Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11
CENTRO	CHAPINERO	ZONA NORTE	NORTE(calle 200 a 250)	NOROCCIDENTAL	SUBA	OCCIDENTAL	FONTIBON	ZONA SUR	BOSA	SOACHA
394.000	994.000	594.000	245.200	742.800	1.156.000	810.000	464.000	564.200	752.300	542.000

COSTOS POR KG DE ALMACENES A ZONAS												
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12
A1	201	168	160	98	168	163	204	197	223	231	241	248
A2	66	69	85	148	51	81	51	16	70	60	80	107

COSTO GALON COMBUST	\$ 7.350
RENDIMIENTO POR GALON	40km/galon
COSTO POR KILOM	\$ 183,8
NUMERO DE RECORRIDOS	2
NUMERO DE ZONAS	12
CAPACIDAD UTILIZACION DEL VEHICULO 100% EN KG	4000
CAPACIDAD UTILIZACION DEL VEHICULO 60% EN KG	2400

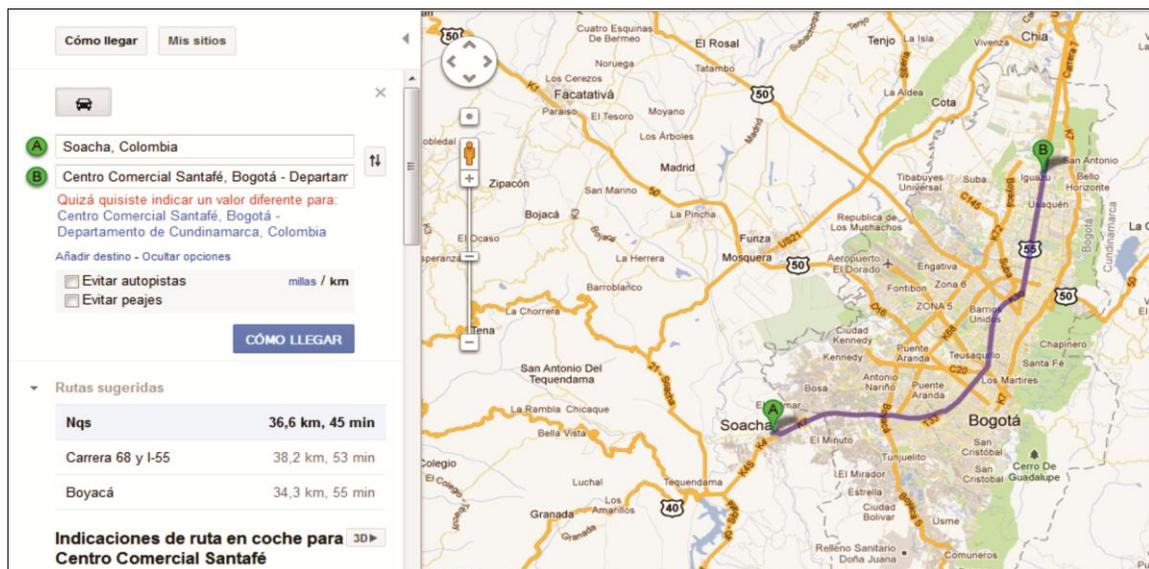
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12	TOTALES
A1	394.000	994.000	594.000	245.200	742.800	1.156.000	702.500	-	-	-	-	841.500	5.670.000
A2	-	-	-	-	-	-	107.500	464.000	564.200	752.300	542.000	-	2.430.000
	394.000	994.000	594.000	245.200	742.800	1.156.000	810.000	464.000	564.200	752.300	542.000	841.500	1.171.602.688

Como podemos observar en el modelo de optimización que nos arroja la Herramienta Solver de Microsoft Excel establecemos que los Costos totales mensuales de la Cadena de distribución son de \$ 1.171'602.688 utilizando los recursos de los dos centros de distribución ubicados en Fontibón y Sopó para entregar con satisfacción y calidad los productos a las diferentes zonas de la Ciudad.

3.2.2. Modelo optimización transporte proyección CD Soacha

En el segundo modelo utilizamos nuevamente la herramienta de Google Maps para calcular la distancia entre el centro de distribución ubicado en Soacha, como podemos ver en la figura No. 2.

Figura No. 2: Plano vial Soacha-CC. Santa Fe.



Fuente: Google Maps.

La figura muestra la distancia en kilómetros y horas desde el CD Soacha (propuesto) al extremo norte de la ciudad.

Se tiene cuenta los parámetros del Plan de Ordenamiento territorial y su legislación obteniendo los datos que consignamos en las siguientes tablas, e hicimos una proyección de demanda de los productos en este centro de distribución.

CAPACIDAD MENSUAL DE FABRICAS Y ALMACENES(Kilos)				
F1	F2	A1	A2	A3
5.670.000	2.430.000	2.970.000	2.430.000	2.700.000

F1	SOPO
F2	FONTIBON
A1	CD SOPO
A2	CD RECODO FONTIBON
A3	SOACHA SAN MATEO (propuesto)

KILOS DE PRODUCTOS DEMANDADOS EN CADA UNA DE LAS ZONAS											
Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12
CENTRO	CHAPINERO	ZONA NORTE	NORTE(calle 200 a 250)	NOROCCIDENTAL	SUBA	OCCIDENTAL	FONTIBON	ZONA SUR	BOSA	SOACHA	USME
394.000	994.000	594.000	245.200	742.800	1.156.000	810.000	464.000	564.200	752.300	542.000	841.500

COSTOS DE KG ALMACENES A ZONAS												
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12
A1	201	168	160	98	168	163	204	197	223	231	241	248
A2	66	69	85	148	51	81	51	16	70	60	80	107
A3	75	88	108	167	123	136	49	76	48	24	10	74

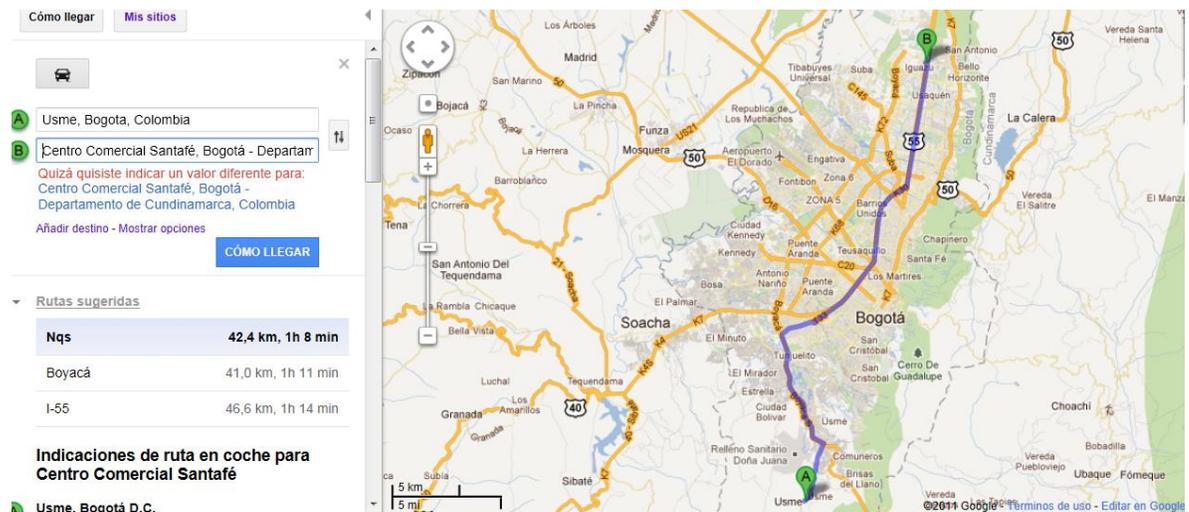
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12	
A1	-	974.800	594.000	245.200	-	1.156.000	-	-	-	-	-	-	2.970.000
A2	394.000	19.200	-	-	742.800	-	810.000	464.000	-	-	-	-	2.430.000
A3	-	-	-	-	-	-	-	-	564.200	752.300	542.000	841.500	2.700.000
	394.000	994.000	594.000	245.200	742.800	1.156.000	810.000	464.000	564.200	752.300	542.000	841.500	698.925.199

Como podemos observar al evaluar nuevamente con la Herramienta Solver de Microsoft Excel este modelo nos arroja la optimización de la ruta de transporte en el periodo mensual por \$698'925.199, es decir que el ahorro en costos es del 40.34% con respecto al modelo anterior, en el cual solo había dos centros de distribución para poder cubrir la distribución del producto en toda la ciudad.

3.2.3. Modelo de Optimización Rutas de Transporte Proyección Centro Distribución Usme.

En la tercera alternativa propuesta como modelo utilizamos nuevamente la herramienta de Google Maps para calcular la distancia entre el centro de distribución ubicado en Usme, como podemos ver en la figura No. 3.

Figura No. 3: Plano vial Usme-CC. Santa Fe.



Fuente: Google Maps.

La figura muestra la distancia en kilómetros y horas desde el CD Usme (propuesto) al extremo norte de la ciudad(Centro Comercial Santa fe).

CAPACIDAD MENSUAL DE FABRICAS Y ALMACENES(Kilos)				
F1	F2	A1	A2	A3
5.670.000	2.430.000	2.970.000	2.430.000	2.700.000

F1	SOPO
F2	FONTIBON
A1	CD SOPO
A2	CD RECODO FONTIBON
A3	CD USME

KILOS DE PRODUCTOS DEMANDADOS EN CADA UNA DE LAS ZONAS											
Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12
CENTRO	CHAPINERO	ZONA NORTE	NORTE(calle 200 a 250)	NOROCCIDENTAL	SUBA	OCCIDENTAL	FONTIBON	ZONA SUR	BOSA	SOACHA	USME
394.000	994.000	594.000	245.200	742.800	1.156.000	810.000	464.000	564.200	752.300	542.000	841.500

COSTOS DE KG ALMACENES A ZONAS												
	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12
A1	201	168	160	98	168	163	204	197	223	231	241	248
A2	66	69	85	148	51	81	51	16	70	60	80	107
A3	125	130	149	192	152	165	90	110	62	94	104	33

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10	Z11	Z12	
A1	-	974.800	594.000	245.200	-	1.156.000	-	-	-	-	-	-	2.970.000
A2	394.000	19.200	-	-	742.800	-	810.000	464.000	-	-	-	-	2.430.000
A3	-	-	-	-	-	-	-	-	564.200	752.300	542.000	841.500	2.700.000
	394.000	994.000	594.000	245.200	742.800	1.156.000	810.000	464.000	564.200	752.300	542.000	841.500	776.372.574

Como podemos observar al evaluar nuevamente con la Herramienta Solver de Microsoft Excel este modelo nos arroja la optimización de la ruta de transporte en el periodo mensual por un costo \$776'372.574, es decir que el ahorro en costos es del 34% con respecto al modelo inicial, en el cual solo había dos centros de distribución para poder cubrir la distribución del producto en toda la ciudad.

3.3. Características y Nivel de Riesgo de las Rutas

La zona sur de Bogotá está compuesta por las siguientes localidades

Localidad de Usme.

Localidad de Ciudad Bolívar.

Localidad de Sumapaz.

Localidad de Tunjuelito

Localidad de Kennedy

Localidad de Fontibón

Localidad de Bosa

Localidad de San Cristóbal

Localidad de San Rafael Uribe.

Localidad de Tunjuelito

Y el municipio de Soacha

De acuerdo a las estadísticas DANE, la zona sur de Bogotá presenta un altos niveles de inseguridad ocasionados por cinturones de miseria y violencia familiar, sexual, física y mental, producto de ser las zonas que albergan la mayor cantidad de gente desplazada por la violencia con pocas capacidades de trabajo dentro del marco empresarial de la ciudad, además la zona es bañada por cantidad de afluentes del rio Bogotá, que generan que los asentamientos de las zonas urbanas estén en zonas de riesgo de deslizamiento, la desigualdad social es producida por los fenómenos sociales y culturales que afectan esta zona.

Para efectos de nuestra investigación vamos a revisar la situación de la localidad de Usme y del Municipio de Soacha que son las dos zonas propuestas para efectos de la instalación de los centros de distribución propuestos.

3.3.1. Localidad de Usme.

Cuenta con un población aproximada de 294.722 personas de las cuales aproximadamente un 8.7 corresponden a la población desplazada de Bogotá, la principales desventajas para el establecimiento del Centro de Distribución, tienen que ver con el tema de violencia e inseguridad, además el area presenta Deslizamientos frecuentes, caída de bloques y fenómenos de erosión, degradación de suelos en todas las zonas de explotación de la ladrillera Santafé, propietaria una tercera parte del área urbana de la localidad. Las riberas de los ríos y quebradas se han convertido en focos de infección a causa de las basuras y desechos industriales, La falta de interceptores en las quebradas que permiten que las aguas residuales sean vertidas directamente sobre las aguas de los ríos y quebradas generando contaminación. Uso del espacio público de manera irresponsable por empresarios de canteras. Un problema de primer orden para la localidad es la presencia en sus cercanías del relleno sanitario de doña Juan, que

en 1997 se desplomó parcialmente, dejando descubiertas por lo menos 100.000 toneladas de basuras.

La principal ventaja del sector es el clima en especial para este tipo de industria que requiere de cadena de frío, el ambiente favorecería la instalación de centro de distribución.

3.3.2. Municipio de Soacha.

Cuenta con una población de 363.378 habitantes y está conformado por :

Zona rural: dos corregimientos y 15 veredas

Zona Urbana: cuenta con 6 comunas conformada por 348 Barrios. Cuenta con 19 kilómetros cuadrados dedicados a uso urbano, su temperatura es de 11.5 grados, es uno de los municipios que presenta un mayor desorden físico, espacial y ambiental de la sabana. Presenta muy poca oferta laboral, y presenta un tasa de desempleo del 15.6%.

La principal ventaja que ofrece Soacha es ser el principal corredor logístico de entrada a la ciudad está en las afueras y favorece para el cumplimiento de la normativa del POT t del PMM además ofrece una gran cantidad de mano de obra.

De acuerdo al modelo matemático es la opción más rentable y por las características mencionadas fue tomada en cuenta en el desarrollo de nuestro trabajo.

3.4. Estudio de Costos

Para el ejercicio consideramos que la bodega debe tener una dimensión de 1000 metros cuadrados, de estos el 70% corresponden a edificio y el 30% a áreas de maniobra, del área construida (700 metros cuadrados) consideramos que 400 mts deben ser construidos en bodega con temperaturas de refrigeración y el restante

300 mts quedaran en bodega seca. La inversión total en la construcción de una bodega nueva en el área de Soacha Cundinamarca tendrá un costo total de \$ 2.449.760.000 millones de pesos.

Para armar la estructura de costos que planteamos a continuación tomamos información de algunas páginas de finca raíz que mostramos a continuación:

Bodegas		VALOR DEL METRO CUADRADO A *OCTUBRE DE 2011				
BARRIO	EST.	USADOS				
		2 a 8 años	Variación Último Año	9 a 15 años	16 a 30 años	Más de 31 años
BOSA	2	1.027.831	▲ 18%	970.729	861.551	770.188
EL CORZO	2	988.142	▶	933.245	828.282	740.448
JIMENEZ DE QUESADA	2	1.098.485	▲ 3%	1.037.458	920.774	823.131
SAN PABLO BOSA	2	1.193.182	▶	1.126.894	1.000.152	894.091

Bodegas		VALOR DEL METRO CUADRADO A *OCTUBRE DE 2011				
BARRIO	EST.	USADOS				
		2 a 8 años	Variación Último Año	9 a 15 años	16 a 30 años	Más de 31 años
ANDALUCIA II	2	865.483	▲ 3%	817.400	725.467	648.535
BOSA	2	629.720	▶	594.736	527.845	471.870
ESCOCIA	3	1.108.018	▲ 10%	1.046.462	928.765	830.275
	2	795.887	▲ 11%	751.671	667.130	596.385
GRAN COLOMBIANO	2	603.802	▲ 10%	570.257	506.120	452.449
GUALOCHE	3	1.034.313	▲ 16%	976.851	866.984	775.045
JIMENEZ DE QUESADA	2	612.145	▶	578.137	513.114	458.701
LA ESTACION-BOSA	3	1.184.023	▲ 1%	1.118.244	992.474	887.228
LA INDEPENDENCIA	2	689.518	▲ 8%	651.212	577.969	516.679
LAS MARGARITAS	2	1.004.830	▶	949.006	842.271	752.953
PASO ANCHO	2	899.736	▲ 6%	849.751	754.179	674.202
SAN BERNARDINO I	2	741.118	▲ 2%	699.945	621.222	555.345
SAN PABLO BOSA	2	698.176	▶	659.389	585.227	523.167
VILLAS DEL PROGRESO	2	704.270	▶	665.144	590.335	527.733

Fuente:http://contenido.metrocuadrado.com/contenidom2/ciudyprec_m2/inforbog_m2/informacindesectores/ARTICULO-WEB-PL_DET_NOT_REDI_PRECIOS-2010217.html

Con esta información podemos concluir que un metro cuadrado construido precio promedio es de \$ 1.134.000 y un metro cuadrado para el área de maniobra cuesta en promedio \$ 853.200, según investigación en empresas dedicadas a la

instalación de infraestructura de frío en Colombia. La adecuación de un metro cuadrado cuesta en promedio \$ 350.000; A esto le sumamos que según datos investigados con operadores logísticos expertos en manejo de mercancía perecedera que requieren estas condiciones la movilidad de un kilo cuesta en promedio \$ 280, con esta información realizaremos el cuadro de costo que relacionamos a continuación:

	Mts 2	Costo Mts 2	Costo Total
Infraestructura física total	1000		\$ 2.449.760.000
Infraestructura bodega seca	300	\$ 1.134.000	\$ 340.200.000
Infraestructura bodega refrigerada	400	\$ 3.500.000	\$ 1.853.600.000
Infraestructura área Maniobra	300	\$ 853.200	\$ 255.960.000

VENTAJAS

Tener ubicación estratégica en cada extremo de la ciudad lo que nos permite tener una mejor oportunidad de reacción hacia nuestros clientes

Estar ubicados en uno de los corredores de carga que tendrá la ciudad lo que nos permite cumplir con las disposiciones legales de la ciudad.

Tener facilidad de movilidad por encontrarse en una zona de operación logística y contar con excelente vías para el tránsito.

DESVENTAJAS

La inseguridad que se puede presentar en el sector tanto para las instalaciones como también para los vehículos que transitan por el sector.

El desgaste administrativo que supone para una organización un nuevo centro de distribución.

4. CONCLUSIONES

- ✓ Este trabajo pretende dar respuesta a la pregunta de cómo se puede optimizar la red de Distribución de una empresa de lácteos, definitivamente siempre hay oportunidades de mejora, que cambian las condiciones laborales y funcionales en las compañías colombianas.
- ✓ Una buena planeación estratégica de operaciones garantiza a las organizaciones crear mejores condiciones de servicio y generan mayor competitividad en el mercado local.
- ✓ Entre más sencillo, practico y lógico sea el modelo operativo de una organización, mejor será la productividad y la efectividad de sus operaciones.
- ✓ Los modelos matemáticos son la herramienta más útil y efectiva al realizar el análisis de los procesos dentro de las organizaciones y estos brindan nuevas oportunidades de mejora.

- ✓ Es importante tener en cuenta que gracias a la logística podemos determinar estratégicamente la localización de nuevos centros para el aprovisionamiento, almacenaje y distribución de bienes y servicios con criterios de eficiencia.

- ✓ Encontrar ahorros en las actividades logísticas de una compañía puede ser el resultado de cambios en el panorama comercial que plantean las nuevas condiciones de producción y comercialización de productos, y pueden generar ahorros importantes al realizar inversiones.

- ✓ En cualquier tipo de estudio, es clave analizar todas las variables internas y externas que afectan el establecimientos de las localizaciones o la definición de nuevos procesos para lograr el objetivo de dichos proyectos

5. RECOMENDACIONES

- ✓ Es importante como complemento a este trabajo que se realice un estudio de impacto social y económico de la implementación de un centro de distribución en el sector de Soacha, ya que este sector a pesar de presentar un alto índice de inseguridad y vulnerabilidad, también es una zona en la cual se está desarrollando fuertemente la industria y la comercialización de productos no solamente hacia la sabana de Bogotá sino hacia los diferentes zonas que confluyen por esta vía hacia el Sur del País.
- ✓ Se plantea que una vez implementada la propuesta, hacer seguimiento a tiempos operativos en especial los que afecten de manera directa el transporte de producto terminado, siendo este un factor clave debido al incremento significativo en los recorridos.
- ✓ Como complemento al propuesta, la compañía debe trabajar en la integración e inclusión de operadores logísticos de transporte a su operaciones que permitan una disminución significativa en los costos de transporte, vemos también este factor como un aspecto clave por la participación que presentan este rublo dentro de los costos logísticos.
- ✓ Realizar seguimiento al comportamiento de los inventarios ya que el indicador debe presentar una mejora producto del aumento de la capacidad operativa del CD de Sopo, ocasionado por cambio en el sistema funcional del mismo (Operación Nocturna).

BIBLIOGRAFIA

ANAYA TEJERO, Julio Juan, Logística Integral, Gestión Operativa de la empresa, Pág. 239, ESIC Editorial, Madrid España 2000.

ARBOLEDA VELEZ, Germán. Proyectos formulación, evaluación y control; Parte 3, Capitulo 13 y 14; Evaluación de Proyectos; Pág. 337 a la 412.

ARBONES MALISANI, Eduardo, La empresa Eficiente, Organización de los Transportes, Pag 91, Alfaomega Grupo Editor S.A, Mexico D.F, 1999

BALLOU, Ronald, Logística empresarial, control y planificación; Ediciones Díaz de santos, Pag 29. Madrid España.

CASANOVAS, August, CUATRECASAS, Lluís, Logística Empresarial, Gestión Integral de la información y material en la empresa, Gestión logística de los materiales y los almacenes, Pág. 141; Gestión 2000, Barcelona.

CHOPRA, Sunil y MEINDL, Peter. Administración de la cadena de suministro; Parte II Diseño de redes en la cadena de suministro. México. Editorial Pearson, Tercera Edición. 2008. Pág. 259 a la 296.

CHOPRA, Sunil y MEINDL, Peter. Administración de la cadena de suministro; Administracion de la cadena de suministro, Parte I Construcion de un marco estrategico México. Editorial Pearson, Tercera Edición. 2008. Pág. 49.

CHOPRA, Sunil y MEINDL, Peter. Administración de la cadena de suministro; Administracion de la cadena de suministro, Parte V Transporte en un cadena de suministro México. Editorial Pearson, Tercera Edición. 2008. Pág. 385

FABOZZI J, Frank, POLIMENI, Ralph y ADELBERG, Arthur y KOLE, Michael. Contabilidad de Costos; Parte 2; Capitulo 15; Analisis del punto de equilibrio y análisis del costo-volumen-utilidad; Pág. 613 a la 632,

GRACIAS, Francisco Antonio. Apuntes so localización de instalaciones (archivo. Pdf). Universidad de los Andes, Facultad de ciencias Sociales y económicas, pagina 8,9 y17.

MAULEON TORRES, Mikel. Logística y costos, Teoría de almacenes, Ediciones Díaz de Santos, España. Pág. 2, 67,91

MIRANDA MIRANDA, Juna José, Gestión de Proyectos, MM Editores, Cuarta Edición, Bogotá. 2003, Pág. 45

SULE R, Dile. Instalación de Manufactura. Consideraciones para la selección del sitio y servicios. Capitulo 15. Pág. 549 y 550

TAHA, Hamdy. Investigación de Operaciones; Capitulo 5 y 6; Modelo de Transporte y sus variantes; Pág. 165 a la 208, 215 a la 270.

<http://www.alpina.com.co/alpina-institucional/alpina-historia/>

<http://www.alpina.com.co/>

<http://www.sdp.gov.co/section-2064.jsp>

http://www.sdp.gov.co/resources/diagnostico_region_capital_dirni.pdf

<http://www.gs1pa.org/boletin/2004/mayo/boletin-may04-art4.html>

<http://www.gs1pa.org/boletin/2004/mayo/boletin-may04-art1.html>

<http://www.revistaalimentos.com.co/ediciones/edicion3/sector-destacado---lacteo/como-esta-el-sector-lacteo.htm>.

<http://www.cca.org.mx/cca/cursos/administracion/artra/produccion/planes/planta.htm>

<http://www.monografias.com/trabajos40/localizacion-planta/localizacion-planta.shtml>

<http://www.monografias.com/trabajos40/localizacion-planta/localizacion-planta.shtml>

Website: www.ebizlatam.com

<http://www.estudiovbz.com/164b.html>

http://contenido.metrocuadrado.com/contenidom2/ciudyprec_m2/inforbog_m2/informaciondesectores/ARTICULO-WEB-PL_DET_NOT_REDI_PRECIOS-2010217.html