

IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE COSTO MÍNIMO PARA EL ANÁLISIS DE COSTO Y SELECCIÓN DEL MEDIO DE TRANSPORTE ÓPTIMO EN LA IMPORTACIÓN DEL RUBBER GRUMMET SOCKET PROVENIENTE DE EUROPA

Trejo Salinas, Daniela (1), Romero Vázquez, Luis Antonio (2), Ramírez Cabrera, Norma Lízbeth(3), Chávez Valencia, José (4).

1 [Ingeniería en Logística y Transporte] | dtrejos2663@gmail.com

2 [Ingeniería en Logística y Transporte] | luisromerorov@itelcel.com

3 [Ingeniería en Logística y Transporte] | qramirez@upbicentenario.edu.mx

4 [Ingeniería en Logística y Transporte] | jchavezv@upbicentenario.edu.mx

Resumen

El presente proyecto se realizó con la finalidad de modelar y optimizar la selección de modo de transporte ideal para la importación de material desde Italia a la Cd. de Silao, Guanajuato en el que se analizaron los costos generados por la importación de materiales en el período Enero-Abril 2015 donde se analizaron dos medios de transporte internacional: aéreo y marítimo, así mismo se establece un modelo de transporte de costo mínimo, utilizando la herramienta Solver en el programa Excel, el cual nos permite realizar una proyección de los costos logísticos óptimos y comparándolos con el período Enero-Abril 2016, utilizando otro medio de transporte internacional en el 2016, cabe mencionar que para dicho modelo de transporte tiene restricciones a las cuales deberán ajustarse por especificaciones del proveedor. Finalmente se realiza un análisis comparativo de los costos y seleccionar el modo de transporte que genere menor costo logístico, dando con ello un ahorro del 64.13% anual en el consumo de capital destinado a los fletes provenientes del Continente Europeo.

Abstract

This project was carried out in order to model and optimize mode selection ideal for importing material transport from Italy to the city from Silao, Guanajuato in which the costs generated by the import of materials in the period analyzed 2015 where international means of transport used was air, also a transport model is established, using the Solver tool in the Excel program, which allows us to make a projection of logistics costs using other means of international transport in 2016, it is noteworthy that for such transport model has restrictions which must comply by vendor specifications. Finally, a comparative cost analysis is performed and select the mode of transport that generate lower logistics costs, thereby giving a saving of 64.13% annually in the consumption of capital for freight from the European continent.

Palabras Clave

Disminución de costo, Transporte, Costo mínimo, Importación, Modelo de transporte, Comando Solver.

INTRODUCCIÓN

La industria automotriz en México ha tenido un constante crecimiento, a nivel global en el 2014 México se posicionó como el octavo productor de vehículos ligeros, lo que hace de México un lugar que proporciona el ambiente adecuado de producción de vehículos. Así mismo el sector está pasando gradualmente de producción automotriz de maquila hacia el desarrollo de tecnología automotriz para nichos específicos, por lo anterior ha permitido que las TIER logren posicionarse en México con la finalidad de proporcionar a dichas armadoras la posibilidad de reducir costos y tiempos en la proveeduría [1]. Sin embargo las empresas se enfrentan a retos importantes que definen el rumbo de la empresa es por ello que los costos logísticos son relevantes, por lo cuál la optimización de la cadena de abastecimiento es una herramienta decisiva en los mercados actuales, lo que le permite a las empresas entrar en los procesos de globalización, logrando desarrollar procesos que generen competitividad para el intercambio de productos con los estándares exigidos en el mercado que le permitirán ser rentables, buscando las mejores prácticas de manufactura y comercialización con el mínimo costo [2]. La forma de poder determinar los costos logísticos con un buen nivel de confianza requiere desagregar según las categorías establecidas, considerando las bases de cálculo de cada uno de los elementos, incluir un plan de mejora que permita medir su continuidad por medio de los indicadores. El costo total de transporte es la suma de los diferentes costos que conforman la cadena de transporte, los cuales se desglosan en costos fijos y variables. Realizando una evaluación en el 2009 los costos generados en el transporte representan el 52.7% y en 2008 el 54.6% de los costos totales de la distribución física de mercancía dentro de las empresas [3]. Para llevar a cabo el proyecto en el área de tráfico, se estuvieron obteniendo las cotizaciones de ambos modos de transporte aéreo y marítimo para la importación del material proveniente de Italia a Planta Silao, con el fin de obtener un resultado de los costos implicados en el traslado de la mercancía. La metodología utilizada para llevar a cabo el análisis de costo, se basó en el modelo de

asignación de costo mínimo, basado en la programación lineal por Taha (2004) [4], como parte de la metodología se hizo uso del procedimiento para el uso de los comandos de Solver para resolver problemas de programación lineal establecidos por Barry & Hanna (2006) [5].

Objetivo

Analizar los costos logísticos del período Enero-Diciembre 2015 en la importación del material Rubber Socket proveniente de Italia a Planta Silao con el fin de aplicar el modelo de transporte que permita diseñar un plan de suministro optimizando costos.

Justificación

El proyecto tiene la finalidad brindar una reducción de costos de importación, debido a que actualmente se utiliza el medio de transporte aéreo es por ello que la problemática que actualmente enfrenta la empresa es que en promedio el costo por concepto de flete internacional representa el 89% de los costos totales de la empresa, es por ello que se desea reducir los costos de importación, para términos prácticos se toma como referencia el proveedor con mayor participación en los movimientos de importación el cuál en el período Enero-Diciembre 2015 reflejo costos totales de importación de \$588,497.97 pesos anuales teniendo una participación del 24.68%

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología que utilizó para desarrollar el proyecto de investigación considera lo siguiente:

1. Analizar los datos históricos de embarques de Enero-Diciembre 2015
2. Evaluar Reporte Disk Cock Operation para la revisión del consumo de material.
3. Generar cotizaciones considerando los medios de transporte aéreo y marítimo lo cual servirá para identificar tiempos y costos los cuales servirán para la construcción del modelo de transporte.

4. Aplicar el modelo de transporte de Costo Mínimo por medio del solver para seleccionar la manera más óptima.

El análisis de Enero-diciembre 2015 se obtiene que la empresa genera costos logísticos totales por un monto de \$2, 272,221 de los cuales el 24.68% se generan por la importación de materiales de empresa Argomm la cuál representaba un total de costos logísticos por importación de \$560,979.82, dicha empresa se encuentra ubicada en Italia, así mismo importa el 28% de las piezas totales de importación en este mismo período, es por lo anterior la relevancia de poder centrarse en el análisis de dicho proveedor ya que es el que tiene mayor participación en las importaciones totales de la empresa y en los costos logísticos que genera. En la Tabla 1, se muestra el Disk Cock Operations (DCO) el cuál permite obtener los requerimientos de materiales con una visión de 20 semanas, en la primera fila las semanas del año que se evalúa, en segunda fila, los consumos que se tienen programados, en la tercera fila con cuadros azules, las cantidades solicitadas, en la cuarta fila una previsión de material en stock previsto, en la quinta fila se tiene en color verde los embarques confirmados por el proveedor, con un tamaño de lote de 33,000 piezas mensuales y en la última fila, se tienen las provisiones de suministro.

Tabla 1: Disk Cock Operations

Material	MaterialDescription	W13/	W14/	W15/	W16/	W17/
A2-CS34-1293-7-00	rubber socket EPDM	8640	8,640	5,759	8,880	8,160
A2-CS34-1293-7-00	Receipts	30,000				33,000
A2-CS34-1293-7-00	Planned stock Qty	71,659	63,019	57,260	48,380	73,220
A2-CS34-1293-7-00	Transit	30000			33000	
A2-CS34-1293-7-00	Actual stock qty	63,529	54,889	49,130	73,250	65,090

Fuente. Elaboración propia

En base a la ilustración 1 muestra los nodos origen, nodos de transbordo y nodos destino utilizadas para el desarrollo del modelo de transporte, en la parte superior se establece la trayectoria que se realizará conforme el medio de transporte aéreo y la trayectoria inferior considera el medio de transporte marítimo.

Ilustración 1: Modelo de transporte



Fuente. Elaboración propia

Para poder llevar a cabo la determinación de los costos logísticos por la importación de materiales se establece la tabla 2 donde se muestran los costos que generan ambas trayectorias considerando ambos medios de transporte. Se considera como origen el nodo Argomm Italia que tiene ruta hacia Aeropuerto Bérgamo, al cual se le asignó el 15% del valor total asignado al transporte internacional del modo aéreo, de la ruta de Argomm Italia hacia Aeropuerto de Milán de igual manera se asignó el 15% del valor total de transporte internacional del modo marítimo. Para los siguientes nodos, se tiene de Aeropuerto de Bérgamo y Aeropuerto de Milán hacia CEDIS Frankfurt, los cuales se han asignado el 25% del valor total del costo de transporte internacional. Después se tiene del nodo CEDIS Frankfurt hacia Aeropuerto Ámsterdam y Puerto de Rotterdam, el cual se ha asignado el 60% del costo de transporte internacional para cada caso, aéreo y marítimo. Los porcentajes anteriores son asignados en base a la cotización e información que los proveedores de transporte han establecido y los cuales corresponden a cada actividad del costo total de transporte internacional. Los costos asignados en base al porcentaje anterior mencionado son para el traslado de mercancía de Planta Origen (Argomm Italia) hacia el aeropuerto primario 1 (Aeropuerto de Bérgamo) es de \$78379.71 y hacia el aeropuerto secundario 2, es de \$23,762.58. El costo del aeropuerto de Bérgamo al CEDIS Frankfurt es de \$130,632.84 y del aeropuerto secundario (Aeropuerto de Milán) al CEDIS Frankfurt es de \$39,604.30. Del CEDIS Frankfurt hacia el Aeropuerto de Ámsterdam es de \$313,518.82 y del CEDIS Frankfurt hacia el Puerto de Rotterdam es de \$95,050.31; del Aeropuerto de Ámsterdam hacia el Aeropuerto de la Ciudad de México es de \$54,000; del Puerto de Rotterdam hacia el puerto de Veracruz es de \$45,600; y finalmente para el transporte nacional, del Aeropuerto de la ciudad de México hacia planta

Silao es de \$11,966 y del Puerto de Veracruz hacia planta Silao es de \$6,750, estos costos que se establecen son anuales. El tiempo de recorrido considerado la trayectoria para el medio de transporte marítimo es de 30 días en promedio y para la trayectoria considerando el flete aéreo es de 18 días.

Tabla 2: Asignación y Costos

Origen	Destino	Costo	Días de traslado
Arg Italia	A. Bèrgamo	\$ 78,379.71	2
Arg Italia	A. Milán	\$ 23,762.58	1
A. Bèrgamo	CEDIS	\$ 130,632.84	8
A. Milán	CEDIS	\$ 39,604.30	5
CEDIS	A. Amsterdam	\$ 313,518.82	2
CEDIS	Pto. Rotterdam	\$ 95,050.31	3
A. Amsterdam	A. CDMX	\$ 54,000.00	4
Pto. Rotterdam	Pto. Veracruz	\$ 45,600.00	16
A. CDMX	Planta Silao	\$ 11,966.60	2
Pto. Veracruz	Planta Silao	\$ 6,750.00	5
Días aéreo			18
Días Marítimo			30

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 3 se muestran los valores anteriores en forma matriz para el desarrollo del modelo de asignación de ruta por costos mínimos.

Tabla 4: Matriz de valores y asignación

	PO	AI	AII	CEDIS	AERO	PUERTO	MEX	VER	PLANTA
PO	0	1	0	0	0	0	0	0	0
AI	0	0	0	1	0	0	0	0	0
AII	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CEDIS	0	0	0	0	0	1	0	0	0
AERO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PUERTO	0	0	0	0	0	0	0	1	0
MEX	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VER	0	0	0	0	0	0	0	0	1
PLANTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente. Elaboración propia

Una vez obtenida la de matriz costos y asignación se agrega la función objetivo la cual se define como el producto total de la multiplicación del valor asignado en las tablas de asignación por los valores dados en las tablas de costo, esta función será calculada por medio de Solver una vez que se aplique el modelo de Costo mínimo. A continuación en la Ilustración 2 se establece la aplicación del costo mínimo en Solver donde en la cual se establece los parámetros. Como primer paso se tiene que establecer el objetivo, el cual se seleccionará la celda donde se ha establecido la función objetivo, mencionada anteriormente. Posteriormente se selecciona la opción Min la cuál significa minimizar, enseguida en la parte de celdas variables se seleccionan las celdas mostradas en la tabla de asignación, la cual como su nombre indica son las que podrán obtener un valor. Ahora bien, se tienen que definir las

restricciones, para ello se establece un sistema binario es decir, sólo se asignen valores de 1 y 0 a las asignaciones que se designen por la salida de solver el cuál mostrará la trayectoria de la ruta que se tiene que seguir, basándose en encontrar el costo menor. Las restricciones que se establecen para el modelo tiene cantidades fijas de -1, 0 y 1, estos valores se asignan para interpretar en el modelo que tiene que existir una emisión de una unidad que es cuando se genera el valor de -1 lo cuál se corresponde a una unidad que sale del nodo origen y una recepción que corresponde al valor 1 es cuando se recibe la unidad en la Planta Silao, sin embargo cabe mencionar que el valor 0 se asigna a los nodos de trasbordo. La última restricción menciona que en el nodo Planta Silao, el valor dado en la columna "Restricción", debe ser igual a lo correspondiente a la columna "Valores", esto quiere decir que de lo que se emitió del nodo Argomm Italia tiene que recibirse del nodo Planta Silao.

Ilustración 2: Programación del Solver



Fuente. Elaboración propia

Finalmente la herramienta Solver de Excel utiliza un algoritmo eficiente basado en el método simplex para resolver los problemas de programación lineal. Una limitación importante es que Solver solo soporta 200 variables como máximo en un modelo de optimización [1], esto significa que el modelo trabaja perfectamente con las características de este trabajo de investigación (Taha, 1995). La tabla 4 muestra el resultado obtenido en el que se muestra los valores obtenidos en binario de los valores que deben tomarse como ruta, estos valores acertados, se muestran con un número 1. La función objetivo que emite la salida del solver muestra un valor de \$210,767.19 el cuál es el costo mínimo que se obtiene al seleccionar la mejor trayectoria conforme el medio de transporte marítimo.

Tabla 4: Matriz de Salida del Solver

	PO	AI	AII	CEDIS	AERO	PUERTO	MEX	VER	PLANTA
PO	0	1	0	0	0	0	0	0	0
AI	0	0	0	1	0	0	0	0	0
AII	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CEDIS	0	0	0	0	0	1	0	0	0
AERO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PUERTO	0	0	0	0	0	0	0	1	0
MEX	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VER	0	0	0	0	0	0	0	0	1
PLANTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente. Elaboración propia

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el período enero-Diciembre 2015 para la empresa Argomm se generaron costos logísticos de importación total por un monto de \$588,947.97 para los cuales se considera el traslado utilizando el medio de transporte aéreo, el costo anterior considera el flete internacional, el gasto de despacho de mercancía en aduana y el flete nacional de los cuales el flete internacional representa el 88.79% del costo total. Comparando el costo anterior y tomando como referencia la trayectoria óptima obtenida por medio del modelo de transporte de costo mínimo donde se empleará el medio de transporte internacional el marítimo, se considera la función objetivo de \$210,767.19 pesos anuales mostrando un ahorro anual de \$377,730.78 pesos anuales lo que representa una reducción del 64.13% de los costos logísticos anuales. Finalmente Taha (2004) establece que “el 70% de los problemas de programación matemática en el mundo real se pueden representar como modelos relacionados con redes” por lo anterior se consideró un modelo de programación lineal que permitió dar solución en la aplicación de algoritmos para su optimización [4].

CONCLUSIONES

El método de transporte de costo mínimo es una herramienta útil que ayudó a determinar trayectorias óptimas aplicadas sobre una red que puede incluir múltiples los modos de transporte y así mismo puede ser funcional para redes de transporte más complejos que incluya nodos de origen, trasbordo y destino, sin embargo existen limitaciones que los mismos proveedores establecen en cuestión a las trayectorias es por

ello que la red de transporte se limita a puntos establecidos por estos. La metodología que se implemento en el proyecto permitió dar solución a la principal problemática de la empresa la cuál era la reducción de costos logísticos de importación para el Proveedor Argomm obteniendo un objetivo de generar costos anuales de \$210,767.19 por concepto de importación, cabe mencionar que el apoyo de las tecnologías de la información permiten desarrollar soluciones de manera ágil.

REFERENCIAS

- [1] Automotive meetings. (20 de agosto de 2016). Automotive meetings. Obtenido de Automotive meetings: <http://www.automotivemeetings.com/mexico/index.php/es/industria-automotriz-en-mexico>.
- [2] Díaz Gómez, H., García Cáceres, R., & Porcell Mancilla, N. (2008). Las PyMES: costos en la cadena de abastecimiento. Revista de Administración de Negocios, 5-21.
- [3] Estrada Mejía, S., Restrepo de Ocampo, L., & Ballesteros Silva, P. (2010). Análisis de los Costos en la Administración de la Cadena de Suministro. Scientia Et Technica, 272-277.
- [4] Taha, H. (2004). Investigación de Operaciones. México: Pearson Educación.
- [5] Barry Render, M., & Ralph M Stair, M. (2006). Métodos cuantitativos para los negocios. Pearson Educación.