



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES

CARRERA DE COMERCIO INTERNACIONAL

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE LA ESQUINA NOROESTE Y RED DE  
TRANSPORTE PARA ENCONTRAR EL COSTO MÍNIMO

APOLO CUENCA JOSE LUIS  
INGENIERO EN COMERCIO INTERNACIONAL

MACHALA  
2022



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES

CARRERA DE COMERCIO INTERNACIONAL

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE LA ESQUINA NOROESTE Y RED  
DE TRANSPORTE PARA ENCONTRAR EL COSTO MÍNIMO

APOLO CUENCA JOSE LUIS  
INGENIERO EN COMERCIO INTERNACIONAL

MACHALA  
2022



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES  
CARRERA DE COMERCIO INTERNACIONAL

EXAMEN COMPLEXIVO

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE LA ESQUINA NOROESTE Y RED DE  
TRANSPORTE PARA ENCONTRAR EL COSTO MÍNIMO

APOLO CUENCA JOSE LUIS  
INGENIERO EN COMERCIO INTERNACIONAL

NOVILLO MALDONADO ERNESTO FELIPE

MACHALA, 24 DE AGOSTO DE 2022

MACHALA  
24 de agosto de 2022

# COMPLEXIVO

*por* Jose Luis Apolo

---

**Fecha de entrega:** 19-ago-2022 10:42p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1884607384

**Nombre del archivo:** TITULACION\_COMPLEXIVO\_-\_APOLO\_CUENCA\_JOSE\_LUIS.doc (234.5K)

**Total de palabras:** 2977

**Total de caracteres:** 15509

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, APOLO CUENCA JOSE LUIS, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado APLICACIÓN DEL MÉTODO DE LA ESQUINA NOROESTE Y RED DE TRANSPORTE PARA ENCONTRAR EL COSTO MÍNIMO, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 24 de agosto de 2022



APOLO CUENCA JOSE LUIS  
0706827912

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico primeramente a Dios y luego a mi familia por ser mi guía y el pilar de fortaleza de todos los días.

Este trabajo ha sido una gran bendición en todo sentido y se lo dedico Padre Lcdo. Luis Apolo y a mi Señora madre Irma Cuenca y no cesan mis ganas de decir gracias a ustedes esta meta está cumplida. Mi amada novia Kerly Nicole Machuca Sarango por estar presente no solo en esta etapa tan importante de mi vida sino en todo momento ofreciéndome y buscando de una u otra manera lo mejor para mí.

Además, dedico a las personas que aprecio mucho y no están en este mundo para ver todo lo que eh logrado, los amo

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad Técnica de Machala por haberme dado la oportunidad abrireme sus puertas para poder comenzar a forjar mi camino como estudiante para llegar a ser un excelente profesional, que aquí no ha terminado sino más bien esto es el comienzo de muchos años de estudio para aumentar mi Currículum académico y profesional, así como también a los diferentes docentes que me brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Agradezco también al Tutor el Ing. Novillo Maldonado Ernesto, por haber brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como ser acreedor de toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo del proyecto.

## **Resumen**

Para resolver el problema de redes de transporte primero hay que tener conocimiento científico sobre la esquina noroeste, por eso el objetivo es el de determinar la ruta optima usando el método de la esquina noroeste y red de transporte. Además, la metodología usada en esta investigación fue la investigación analítica y el estudio de documentos los cuales sirven como guía para obtener los resultados esperados para esta investigación. Cabe agregar que se usó la investigación bibliográfica como una ayuda para investigar documentos científicos sobre los temas tratados y con lo cual poder resolver el ejercicio práctico y dar con su solución. En último lugar en este trabajo de investigación se muestra la aplicación paso a paso de los dos métodos estudiados a lo largo de este documento, para que de esta manera se pueda visualizar los resultados obtenidos de la investigación.

## **Palabras clave**

Esquina noroeste, costo mínimo, red de transporte



## **Abstract**

In order to solve the transportation network problem, it is first necessary to have scientific knowledge about the northwest corner method, so the objective is to determine the optimal route using the northwest corner method and transportation network. In addition, the methodology used in this research was the analytical research and the study of documents which serve as a guide to obtain the expected results for this research. It should be added that bibliographic research was used as an aid to investigate scientific documents on the topics discussed and with which to solve the practical exercise and find its solution. Finally, this research work shows the step-by-step application of the two methods studied throughout this document, so that the results obtained from the research can be visualized.

## **Key Words**

Northeast corner, minimal cost, transportation network

## **Contenido**

DEDICATORIA .....	1
AGRADECIMIENTO .....	2
Resumen.....	3
Palabras clave.....	3
Abstract .....	4
Key Words .....	4
1. INTRODUCCIÓN.....	6
Objetivo General .....	7
Objetivos Específicos.....	7
2. DESARROLLO .....	8
2.1. Programación Lineal.....	8
2.2. Esquina noroeste.....	8
2.2.1. Variable básica .....	9
2.2.2. Variable no básica .....	9
2.2.3. Optimización .....	9
2.3. Costo mínimo .....	10
2.4. Red de transporte .....	10
2.5. Reactivo.....	11
2.5.1. Resolución .....	12
CONCLUSIÓN.....	20
Bibliografía .....	21

## **Índice de tabla**

Tabla 1 Reactivo del ejercicio .....	12
Tabla 2 Primer paso Esquina Noroeste.....	13
Tabla 3 Siguiendo proceso de la Esquina Noroeste.....	14
Tabla 4 Último paso de la Esquina Noroeste .....	15

## **Índice de Ilustraciones**

<b>Ilustración 1</b> .....	17
<b>Ilustración 2</b> .....	18

## 1. INTRODUCCIÓN

El entorno social y empresarial en la actualidad, se requiere realizar toma de decisiones de una manera más fácil y evitar las malas acciones, ya que, que actualmente el costo que tiene realizar el transporte de mercancías de un lugar a otro ha incrementado y para eso se realiza un complejo análisis de todas los pros y contras que tiene el escoger una u otra vía de transporte de mercancías.

Igualmente, para obtener una solución no solo es necesario realizar tomas decisiones con solo conocimientos empíricos ya que, obtener resultados mediante esas elecciones puede haber generado un costo extra y que este fuera del objetivo de la empresa. Si bien es cierto que la toma de decisiones idónea optimiza el rendimiento que la administración pretende alcanzar al momento de escoger una red de transporte que satisfaga tanto a la empresa como a sus clientes (Cabeza de Vergara y Muñoz Santiago, 2012, p. 10).

Ya que estos temas son puntos clave para escoger la mejor ruta logística en el transporte de mercancías porque con la aplicación de las herramientas que otorga la investigación de operaciones como la simulación, redes y la teoría de colas, aportan elementos de suma importancia y de esta manera realizar un análisis económico para su modelo empresarial (Pérez, et al., 2019, p. 50).

La metodología usada en este análisis de caso fue la investigación analítica la cual sirve para poder describir los procesos para obtener los costos usando el método de la esquina noroeste, costo mínimo y la red de transporte. Además, se usó el método de la investigación bibliográfica con lo cual nos sirvió para poder investigar documentos científicos sobre los temas tratados y con lo cual poder resolver el ejercicio práctico y dar con su solución.

Además, trata de una investigación documental que utiliza métodos científicos tanto teóricos como empíricos. Se utilizó información de fuentes primarias y secundarias, con lo cual se pretendió cumplir con el objetivo. Por lo cual se ha empezado a buscar información de manera ordenada, y para ello se buscó en bases científicas académicas y siempre haciendo énfasis en el tema de investigación como lo es la esquina noroeste, coste mínimo y red de transporte.

En esta investigación se enfocará en el análisis del método de la esquina noroeste y redes de transporte para poder cumplir con el objetivo de la investigación ya que mediante el estudio y análisis de estos temas se podrá encontrar la ruta óptima para una empresa empleando estos dos métodos.

### **Objetivo General**

Determinar la ruta optima usando el método de la esquina noroeste y red de transporte

### **Objetivos Específicos**

- Explicar el método de la esquina noroeste para encontrar el costo mínimo de una empresa
- Explicar le método de redes de transporte para obtener la ruta optima

## **2. DESARROLLO**

### **2.1. Programación Lineal**

La programación lineal es un método cuyo objetivo es encontrar ya sea la maximización o la minimización de una función objetivo siempre y cuando las restricciones se cumplan. Lo que quiere decir, que este método da soluciones a problemas lineales, ya que es una gran herramienta para la toma de decisiones porque se ajusta a un problema real y de esta manera otorga una solución óptima (Aldás, et al., 2018, p. 78).

Cabe decir que, la función objetivo no es más que una representación de una variable a cuál se pretende optimizar ya sea maximizando o minimizando sus resultados. Así mismo, las restricciones son una representación de cuál es el límite posible del problema y como este ayuda a que los objetivos sean alcanzados (Quintero, et al., 2020, p. 57).

### **2.2. Esquina noroeste**

El método de la esquina noreste es un algoritmo con el cual se va a dar solución a los problemas de transporte o distribución, el cual busca dar solución a todas las restricciones existentes del problema, y, de esta manera alcanzar el costo óptimo total. Según Villamarín, et al., (2019), manifiestan que, “Este método de la esquina noroeste es el más sencillo para lograr la distribución inicial, es el menos recomendado, pues el costo de la matriz inicial es muy elevado” (p. 68).

Y de esta manera utilizando la esquina noroeste, se logra encontrar todas las rutas que satisfagan las restricciones, cubriendo su oferta y demanda, es decir, el origen de las materias

primas y los destinos en el caso de la logística de producción y distribución del producto o bien terminado (Gamero Henríquez 2020, p. 37).

El uso de este modelo de transporte ayuda al usuario a encontrar una solución factible básica inicial mucho más acorde a la realidad, aunque existen modelos de transporte como lo son el de mínimo costo y el llamado método de aproximación de Vogel los cuales dan mejores resultados ya que la esquina noroeste se lo realiza con un mínimo de calculo

### **2.2.1. Variable básica**

Las variables básicas tienen  $m$  que son las que se usa para poder ir resolviendo el sistema de ecuaciones es decir que su solución es de “ $m$  ecuaciones lineales son  $n$  variables  $AX = B$ , ( $m < n$ ), cuyo rango  $R(A) = m$  (Variables básicas). La solución es  $n - m = 0$ ; y, resolviendo para las  $m$  variables restantes, cuando el determinante de sus coeficientes no sean cero” (Villarreal, et al., 2021).

### **2.2.2. Variable no básica**

Las variables no básicas se tendrán  $n - m$  variables no básicas que tiene un valor 0 en una solución de un problema

### **2.2.3. Optimización**

La optimización se puede notar cuando se haya alcanzado la solución inicial, cumpliendo con las condiciones preestablecidas disponibles para cada origen y demanda de cada destino, lo cual podemos reducir los costes de distribución de productos. De igual manera, la optimización con respecto a modelos de transporte es identificar la efectividad del proyecto minimizando los costos de producción y aumentado los beneficios (Bofill, et al., 2019, p. 512).

### **2.3. Costo mínimo**

En lo que respecta, a costo mínimo este modelo de transporte busca localizar la mejor solución utilizando las rutas más económicas para el proyecto. De igual manera para su ejecución se asignará al costo mínimo de producción la mayor cantidad de unidades, ya que, este modelo usa un algoritmo simple para su elaboración (Flores, et al., 2019, p. 55).

Además, el objetivo de este modelo de transporte es dar una solución óptima para el proyecto siempre y cuando se maneje los mínimos costos, a manera, que la red de transporte creada satisfaga por completo el proyecto

Debido a esto, primero se analiza la columna inicial, una vez hecho se escoge la casilla que posee el menor costo, y es a este que se le asignara el valor que satisfaga tanto a la demanda como a la oferta. Al mismo tiempo, se repite el procedimiento con el fin de ir analizado el resto de columnas para que su distribución inicial quede satisfecha (Villamarín, et al., 2019).

### **2.4. Red de transporte**

La red de transporte es un problema especial de programación lineal, cual objetivo principal es el traslado de unidades de un punto a otro punto satisfaciendo todos los requerimientos establecidos y minimizando sus costos, en igual forma, este modelo de transporte genera resultados positivos en áreas como inventario, asignación de elementos y operaciones lo cual lleva a la creación de múltiples alternativas.

Los modelos de rutas ofrecen una amplia gama de caminos, especialmente en lo que respecta a las restricciones que deben cumplirse en la planificación de rutas, desde las restricciones de capacidad de los vehículos hasta las restricciones de los archivos de entrega

y recogida, las restricciones difusas y las combinaciones con otros enfoques, como la planificación de rutas basada en la ubicación y la planificación de rutas basada en el inventario. (Arango, et al., 2017, p. 70)

La red de transporte es una pieza clave para el funcionamiento de un sistema logístico y es a este el que merece una atención especial, ya que, una mala elección puede provocar que su producto final tenga mayores costos y eso provocara que no sea competitivo en el mercado (Cedeño y González, 2020, p. 45).

## **2.5. Reactivo**

En esta investigación se hará uso del siguiente ejercicio.

Cierta empresa fabrica la unidad central de procesamiento (CPU) de una computadora personal. Las CPU se fabrican en Cuenca, Esmeraldas, y Machala, y se envían a almacenes en Pittsburgh, New York, Los Ángeles y Chicago, para su distribución posterior. La tabla siguiente muestra la cantidad de CPU disponible en cada planta, la cantidad requerida por cada almacén y los costos de envío (dólares por unidad). (Universidad Técnica de Machala, 2022)



**Tabla 1***Reactivo del ejercicio*

<b>Almacén</b>						
<b>Planta</b>	<b>Pittsburgh</b>	<b>New York</b>	<b>Denver</b>	<b>Los Angeles</b>	<b>Chicago</b>	<b>OFERTA</b>
<b>Cuenca</b>	10	20	5	9	10	9000
<b>Esmeraldas</b>	2	10	8	30	6	4000
<b>Machala</b>	1	20	7	10	4	8000
<b>DEMANDA</b>	3000	5000	4000	6000	3000	

*Nota:* Elaboración propia

- a) “Utilice el método de la esquina noroeste para determinar el programa de transporte de costo mínimo” (Universidad Técnica de Machala, 2022)
- b) Elabore una red del sistema de transporte

### **2.5.1. Resolución**

- a) Solución 1

#### **Esquina noroeste**

En primer lugar, se tiene que llevar a cabo la asignación de las cantidades tanto de la oferta como los de la demanda a cada celda e ir disminuyendo las cantidades según la asignación. (Taha, 2012, p. 188).

**Tabla 2***Primer paso Esquina Noroeste*

<b>Almacén</b>						
<b>PLANTA</b>	<b>Pittsburgh</b>	<b>New York</b>	<b>Denver</b>	<b>Los Ángeles</b>	<b>Chicago</b>	<b>OFERTA</b>
<b>Cuenca</b>	10 3000	20 5000	5	9	10	<b>9000</b>
<b>Esmeraldas</b>	2	10	8	30	6	<b>4000</b>
<b>Machala</b>	1	20	7	10	4	<b>8000</b>
<b>DEMANDA</b>	<b>3000</b>	<b>5000</b>	<b>4000</b>	<b>6000</b>	<b>3000</b>	

*Nota:* Elaboración propia

Luego se tiene que ir tachando la columna o fila que tengan una oferta o demanda en cantidades de cero, lo cual indicará que ya no habrá más asignaciones en esa fila o columna.

(Taha, 2012, p. 188)

**Tabla 3***Siguiente proceso de la Esquina Noroeste*

<b>Almacén</b>						
<b>PLANTA</b>	<b>Pittsburgh</b>	<b>New York</b>	<b>Denver</b>	<b>Los</b>	<b>Chicago</b>	<b>OFERTA</b>
				<b>Ángeles</b>		
<b>Cuenca</b>	10	20	5	9	10	<b>9000</b>
	3000	5000	1000			
<b>Esmeraldas</b>	2	10	8	30	6	<b>4000</b>
			3000			
<b>Machala</b>	1	20	7	10	4	<b>8000</b>
<b>DEMANDA</b>	<b>3000</b>	<b>5000</b>	<b>4000</b>	<b>6000</b>	<b>3000</b>	<b>21000</b>

*Nota:* Elaboración propia

De esta manera se tiene que ir asignado las cantidades a toda las filas y columnas siguiendo el orden de las filas y columnas con cantidades en la oferta y la demanda y que estas no estén en 0. Una vez ya asignada todas las cantidades tanto de la oferta y la demanda se tiene que realizar la comprobación de optimalidad para ver si se puede seguir con el ejercicio.

**Tabla 4**

*Ultimo paso de la Esquina Noroeste*

<b>Almacén</b>						
<b>PLANTA</b>	<b>Pittsburgh</b>	<b>New York</b>	<b>Denver</b>	<b>Los</b>	<b>Chicago</b>	<b>OFERTA</b>
				<b>Ángeles</b>		
<b>Cuenca</b>	10	20	5	9	10	<b>9000</b>
	3000	5000	1000			
<b>Esmeraldas</b>	2	10	8	30	6	<b>4000</b>
			3000	1000		
<b>Machala</b>	1	20	7	10	4	<b>8000</b>
				5000	3000	
<b>DEMANDA</b>	<b>3000</b>	<b>5000</b>	<b>4000</b>	<b>6000</b>	<b>3000</b>	<b>21000</b>

*Nota:* Elaboración propia

- Realizar la comprobación de optimalidad

#Filas + #Columnas - 1 ≤ Valor de las Variables Basicas

#3 + #5 - 1 ≤ 7

- Se obtiene el costo total del ejercicio

$$Z = 3.000(10) + 5.000(20) + 1.000(5) + 3.000(8) + 1.000(30) + 5.000(10)$$

$$+ 3.000(4)$$

$$Z = 30.000 + 100.000 + 50.000 + 24.000 + 30.000 + 50.000 + 12.000$$

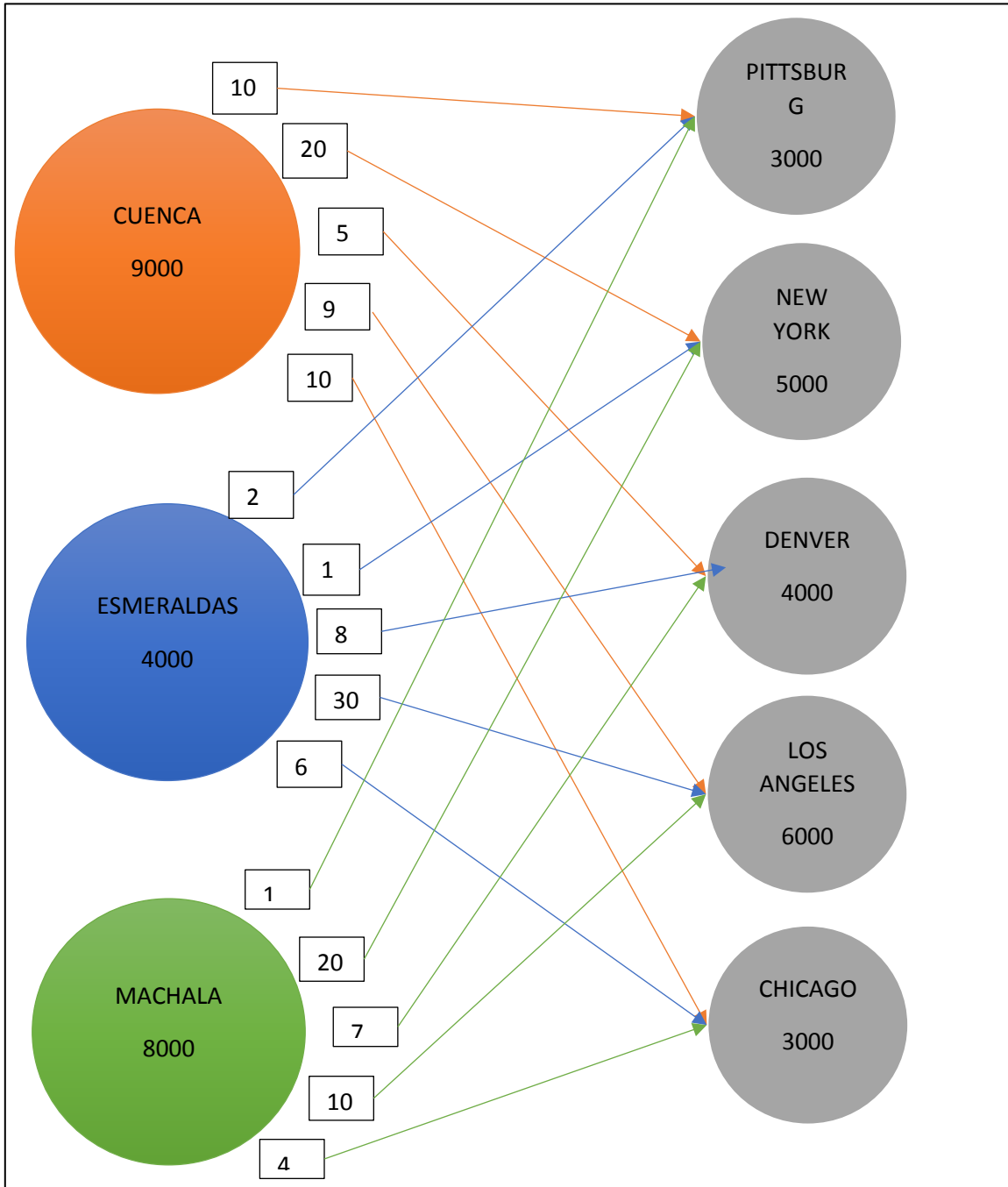
$$Z = \$251.000$$

Respuesta: Una vez realizado la comprobación de optimalidad del ejercicio y constatado que este correcto, se obtiene el costo del ejercicio que como resultado dio un costo de \$251.000 y se visualizó que el menor costo de transporte fue de \$12.000 por el traslado de la mercancía de Machala a Los Ángeles.

b) Solución 2

**Ilustración 1**

*Red de transporte del Reactivo Practico*



*Nota: Elaboración propia*

## Ilustración 2

### Ruta de la Red de Transporte

PLANTA	Almacén					OFERTA
	Pittsburgh	New York	Denver	Los Ángeles	Chicago	
Cuenca	10 → 3000	20 → 5000	5 → 1000	9	10	9000
Esmeraldas	2	10	8 ↓ 3000	30 → 1000	6	4000
Machala	1	20	7	10 ↓ 5000	4 → 3000	8000
DEMANDA	3000	5000	4000	5000	3000	21000

Nota: Elaboración propia

Para la elaboración de la red de transporte tenemos:

- Transportar de Cuenca a Pittsburgh 3.000 unidades tendrá un costo unitario de 10 dólares, lo que equivaldría a un total de 30.000 dólares
- Transportar de Cuenca a New York 5.000 unidades tendrá un costo unitario de 20 dólares, lo que equivaldría a un total de 100.000 dólares
- Transportar de Cuenca a Denver 1.000 unidades tendrá un costo unitario de 5 dólares, lo que equivaldrá a un total de 5.000 dólares
- Transportar de Esmeraldas a Denver 3.000 unidades tendrá un costo unitario de 8 dólares lo que equivaldrá a un total 24.000 dólares
- Transportar de Esmeraldas a Los Ángeles 1.000 unidades tendrá un costo unitario de 30 dólares, lo que equivaldría a un total de 30.000 dólares
- Transportar de Machala a Los Ángeles 5.000 unidades tendrá un costo de 10 dólares, lo que equivaldría a un total de 50.000 dólares
- Transportar de Machala a Chicago 3.000 unidades tendrá un costo de 4 dólares, lo que equivaldría a un total de 12.000 dólares

Respuesta: En el caso de la red de transporte tenemos como resultado que, el punto de inicio es de Cuenca hacia Pittsburgh, luego sigue el transporte hacia New York, y llega hasta Denver, ahí hay un cambio en la ruta ya que viaja de Denver hacia Esmeraldas, para luego seguir su trayecto desde ese último punto hacia Los Ángeles, desde ahí sigue el trayecto hacia Machala y desde ese punto va a su último destino que es Chicago.



### 3. CONCLUSIÓN

- En este documento se observan los resultados de la ruta óptima, mediante el uso del método de la esquina noroeste ya que, este es una pieza primordial para encontrar la ruta de transporte más óptima para la empresa y nos da como resultado que la ruta inicia en Pittsburgh y termina en Chicago
- Haciendo uso de fuentes bibliográficas se pudo conocer la teoría sobre la esquina noroeste, con la cual se pudo entender los procedimientos para así lograr encontrar el costo mínimo de la operación, el cual fue de 251.000 mil dólares y que su ruta con el menor costo fue la de Machala hacia Los Ángeles con un valor total de 12.000 mil dólares respectivamente.
- En último lugar, también haciendo el uso de fuentes bibliográficas se pudo comprender como se resuelve y se crea la ruta de transporte haciendo uso del método de la esquina noroeste, de tal manera que podemos observar en la ilustración 2 cual ha sido la ruta óptima de transporte. De igual manera podemos observar que transportar 3.000 unidades a un costo de 4 dólares desde Machala hacia Chicago equivaldría a un total de 12.000 dólares, y de esta manera podemos decir que esta ruta es la del menor costo total.

## Bibliografía

- Aldás, D., Reyes, J., Morales, L., & Sánchez, S. (2018). Optimización de costos de inventarios con algoritmo de programación lineal. Caso aplicado industria de producción de suelas. *INNOVA RESEARCH JOURNAL*, 3(2.1), 77-83. doi:<https://doi.org/10.33890/innova.v3.n2.1.2018.670>
- Arango, M., Gómez, C., & Serna, C. (2017). Modelos logísticos aplicados en la distribución urbana de mercancías. *Revista EIA*, 14(28), 57-76. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=149255960004>
- Bofill, M., García, E., & Sariego, Y. (2019). Optimización en la producción de surtidos de helados Alondra. *Tecnología Química*, 39(3), 508-523. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445560283002>
- Cabeza de Vergara, L., & Muñoz Santiago, A. (2012). Análisis del proceso de toma de decisiones, cisión desde la PYME y la gran empresa de Barranquilla. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, VI(10), 9-40. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=409634363002>
- Cedeño Millares, R., & González Velázquez, L. (2020). La gestión del proceso de transporte de carga para las empresas transportistas. *Ciencias Holguín*, 26(1), 42-53. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181562407004>
- Flores, G., Flores, D., & Romero, A. (2019). Contribución al mejoramiento de la eficiencia en el transporte de mercancías. *Uniandes Episteme Revista digital de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 6(1), 49-61.
- Gamero Henríquez, C. (2020). Métodos de esquina noroeste y salto de piedra en piedra para una red de pequeños editores de Valparaíso-Chile. *Revista de Investigación Interdisciplinaria en Métodos Experimentales*, 1(9), 33-57. Obtenido de <https://ojs.econ.uba.ar/index.php/metodosexperimentales/article/view/2136/2854>
- Pérez, R., Márquez, G., & Rosales, F. (2019). Técnicas de investigación operativa aplicadas al trabajo por cuenta propia. *Ciencias Holguín*, 25(4), 49-58. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181562362005>

Quintero, M., Torres, A., Pérez, B., Zaldívar, M., & Vizcay, D. (2020). Optimización de la producción de recursos para el aprendizaje electrónico a través de herramientas matemáticas. *Revista Ingeniería Agrícola*, 10(3), 55-61. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586264607008>

Taha, H. (2012). *Investigacion de Operaciones* (Novena ed.). (G. López Ballesteros, Ed.) Naucalpan de Juárez: PEARSON EDUCACIÓN, INC. doi:978-607-32-0796-6

Universidad Técnica de Machala. (18 de 08 de 2022). *Titulacion*. Obtenido de <http://titulacion.utmachala.edu.ec/titulacion/views/privadas/obtenerCasoPractico.jsf>

Villamarín, J., Aguilar, G., Llamuca, J., & Villacrés, W. (2019). Modelo matemático de transporte para una empresa comercializadora de combustibles, usando programación lineal. *Visionario Digital*, 3(2), 64-81. doi:<https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v3i2.394>

Villarreal, F., Márquez, H., Núñez, J., Ullauri, S., Montenegro, D., & López, D. (2021). Programación lineal en la asignación de planeación de mano de obra de entidades bancarias. *Ciencia Latina Revista Multidisciplinar*, 5(6). doi:[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i6.1179](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i6.1179)