

# METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE RUTAS EN UN SISTEMA DE LOGÍSTICA INVERSA<sup>1</sup>. CASO: BANCO DE ALIMENTOS

METHODOLOGY FOR THE DESIGN OF ROUTES IN A REVERSE LOGISTICS SYSTEM.  
CASE: FOOD BANK  
METODOLOGIA PARA O DESENHO DE ROTAS EM UM SISTEMA DE LOGÍSTICA INVERSA.  
CASO: BANCO DE ALIMENTOS

Jaime Hernán Calderón<sup>2</sup>, Antony Gómez<sup>3</sup>, Alejandro Góngora<sup>4</sup>

Fecha de recibido: Febrero 01 de 2016 | Fecha de aprobado: Marzo 25 de 2016

## Resumen

Teniendo en cuenta el fortalecimiento de la calidad en la educación y la formación de sus estudiantes, el programa de Tecnología en Logística de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO, ubicada en la ciudad de Santiago de Cali, generó un espacio para desarrollar semilleros de investigación. El presente artículo de investigación es el resultado de un trabajo desarrollado por estudiantes de este semillero, cuyo objetivo es desarrollar una alternativa para la programación de rutas en la fundación Arquidiócesana Banco de Alimentos de la ciudad de Cali. Esta alternativa permitiría realizar la programación de las rutas para los vehículos que recogen las donaciones en los diferentes puntos y supermercados. Para su desarrollo se recolectó información empleando diversas técnicas como observación visual, datos recientes y entrevistas. Se consultaron investigaciones de diferentes autores del área de logística y adicionalmente se utilizó una aplicación informática como apoyo al proceso de ruteo de vehículos.

**Palabras clave:** Transporte, logística, rutas, distribución, optimización.

1 Artículo de investigación científica. Investigación aprobada y financiada por la dirección de investigaciones de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO, titulada: *Buenas prácticas en logística inversa solidaria con solución multimedia: caso banco de alimentos de la arquidiócesis de Cali*.

2 Magister en Logística Integral. Ingeniero Industrial de la Universidad Autónoma de Occidente. Profesor de tiempo completo desde el periodo 2015-1 hasta el 2016-1 del programa de Tecnología en Logística. Correo electrónico: jaical@gmail.com

3 Tecnólogo en logística (c). Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO. Estudiante del semillero de investigación TLOG. Miembro del Grupo de investigación GISE. Correo electrónico: anto0606@hotmail.com

4 Tecnólogo en logística (c). Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO. Estudiante del semillero de investigación TLOG. Grupo de investigación GISE. Correo electrónico: alegongob75@yahoo.es

### **Abstract**

Considering the strengthening of education quality and students training, the Logistics Technology program of Corporación Minuto de Dios, has created a space to develop research seedbeds. This research was the result of work done by students, whose aim is to design a proposal for routing of Archdiocesan Food Bank Foundation located in Santiago de Cali. This option would enable to execute the routes programming of vehicles that pick donations up at various points and supermarkets. For its development, diverse techniques were used to gather the information, such as visual observation, recent data and interviews. Likewise, several authors related to logistics domain were consulted and a software application was employed to support the vehicle routing process.

**Keywords:** Transport, logistics, routes, distribution, optimization.

### **Resumo**

Tendo em conta o fortalecimento da qualidade na educação e a formação de seus estudantes, o programa de Tecnologia em Logística, da Corporação Minuto de Deus Corporação Minuto de Deus - UNIMINUTO, localizada na cidade de Santiago de Cali, gerou um espaço para desenvolver sementeiros de investigação. O presente artigo de investigação é o resultado de um trabalho desenvolvido por estudantes deste sementario, cujo objetivo é desenvolver uma alternativa para a programação de rotas na fundação Arquidiocesana Banco de Alimentos da cidade de Cali. Esta alternativa permitiria realizar a programação das rotas para os veículos que recolhem as doações nos diferentes pontos e supermercados. Para seu desenvolvimento coletou-se informação empregando diversas técnicas como observação visual, dados recentes e entrevistas. Consultaram-se investigações de diferentes autores do área de logística e adicionalmente utilizou-se um aplicativo informático como apoio ao processo de ruteo de veículos.

**Palavras-chave:** Transporte, logística, rotas, distribuição, otimização.

## INTRODUCCIÓN

El transporte es un factor muy importante para todas las organizaciones. Esta actividad logística es la responsable de movilizar los productos desde un lugar de origen a un punto de destino, tanto al inicio de las actividades de una cadena de suministro hasta la entrega final al cliente. Adicionalmente, genera la mayor proporción de costos de todas las actividades logísticas (Mejía, et al., 2010). Por lo tanto, la correcta administración de los recursos utilizados en la ejecución del transporte se convierte en un objetivo fundamental para asegurar el nivel de servicio deseado al cliente y, por ende, para alcanzar los objetivos de la organización.

Los bancos de alimentos no son ajenos a esta realidad dado su impacto social en las comunidades de influencia. Éstos deben cumplir y aplicar en todos sus procesos logísticos, en especial en la recolección y entrega de donaciones, buenas prácticas logísticas que permitan asegurar la optimización de los recursos disponibles que son escasos. Debido a la importancia del transporte en estas instituciones se desarrolló el proyecto que se describe a continuación. En éste se creó una metodología que permita la programación de las rutas en un banco de alimentos.

## ANTECEDENTES

La unidad de ingenierías de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO, sede Valle, en su proceso de formación del componente profesional, identificó las oportunidades de esta disciplina de conocimiento para realizar un aporte en fortalecimiento en logística inversa a una organización sin ánimo de lucro como el banco de alimentos del arquidiócesis de Cali. Es importante considerar que este tipo de organizaciones tienen una característica principal: ser un centro de acopio y distribución de alimentos y bienes que recoge donaciones hechas por empresas y particulares. De la misma manera, los Bancos de Alimentos, que son empresas pertenecientes al tercer sector solidario y no comercial, deben cumplir y aplicar dentro de sus procesos buenas prácticas de la cadena de suministros con el fin de garantizar la generación de valor agregado en la optimización, eficiencia y efectividad de sus procesos logísticos. Esto, especialmente, en las actividades de manejo de inventarios, almacenamiento, distribución y transporte. Los Bancos de Alimentos deben responder eficiente y efectivamente a sus beneficiarios y donantes.

Por esta razón, y en concordancia con la misión institucional de UNIMINUTO, el programa de Tecnología Informática y Logística formuló el proyecto *Buenas prácticas en logística inversa solidaria con solución multimedia: caso banco de alimentos de la arquidiócesis de Cali*. Este proyecto se presentó a la *IV convocatoria para el desarrollo y fortalecimiento de la investigación en UNIMINUTO y fue ejecutado en 2016*. El proyecto tuvo como objetivo principal fortalecer y apoyar el proceso en *Logística Inversa solidaria con una solución multimedia en el Banco de alimentos de la Arquidiócesis de Cali*.

En este proyecto y para alcanzar el objetivo principal se formularon tres planes de mejoramiento que permitirían mejorar los procesos logísticos mediante planes de acción que fueron diseñados a partir de un diagnóstico previamente realizado. Entre los planes se contó con una metodología para la programación de las rutas de transporte que eran planificadas con base en la experiencia, el proceso de control de calidad de selección de las frutas y verduras que no tenía parámetros de calidad establecidos y el mejoramiento del proceso de inventarios que presenta algunos días de retraso; finalmente, el mejoramiento de la distribución de los artículos en el almacenamiento.

El presente trabajo fue realizado por el Semillero de investigación de programa de Tecnología en Logística de UNIMINUTO sede Valle, tiene como propósito diseñar una alternativa que permitan estructurar un plan de ruta para los vehículos que recogen las donaciones en los diferentes puntos.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la primera fase del proyecto de investigación se realizó un diagnóstico de los diferentes procesos logísticos involucrados en el desarrollo de las actividades misionales del Banco de Alimentos. En esta fase se diseñaron los planes de mejoramiento y el desarrollo del programa de formación, para el fortalecimiento de las actividades logísticas que aseguren la entrega de un producto en óptimas condiciones para su uso y consumo.

En este diagnóstico se detectó que este banco de alimentos presenta un débil sistema de programación de rutas, en donde el orden de las visitas depende del conductor, aunque se le entrega con anterioridad una lista antes de salir a la ruta.

Esta problemática es ocasionada por la informalidad de los procesos, puesto que se encuentran iniciando el sistema de gestión de calidad, la poca capacitación de los empleados, la poca uniformidad en los niveles de estudio, los vehículos que presentan dificultades mecánicas para su funcionamiento y la incertidumbre en la cantidad de las donaciones entregadas en los puntos de recolección. Adicionalmente, este problema genera como efectos la subutilización de los vehículos, múltiples viajes para un destino, la contaminación cruzada de los productos transportados y los altos costos en los insumos y materiales para la operación de los vehículos. Si esta problemática continua, el banco de alimentos perderá recursos valiosos en el sistema de ruteo actual que se realiza a partir de conocimientos empíricos, sin tener en cuenta la cantidad de vehículos disponibles, la ubicación de los clientes y la gestión de los humanos asociado a esta labor.

## FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La pregunta de investigación fue: ¿Cuál sería la alternativa para realizar la programación de rutas adecuada en el proceso de recolección de las donaciones de la ciudad de Cali que permita optimizar los recursos?

## SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

La descomposición de las preguntas de investigación para abordar el problema de investigación es la siguiente: i) ¿Cómo se realiza el proceso y programación de las rutas en un banco de alimentos? ii) ¿Qué factores deben tenerse en cuenta para la realización de la programación de rutas en un banco de alimentos? iii) ¿Cuál es la utilidad de la metodología diseñada para la programación de las rutas en un banco de alimentos?

Para responder a estas preguntas se diseñó una alternativa que permitiera realizar la programación de rutas en un banco de alimentos que puede ser aplicada a cualquier otra institución similar. Se podrá encontrar la explicación de cada uno de los casos para su ejecución en el numeral 6.

## JUSTIFICACIÓN

En Colombia, el 42,7% de la población tiene problemas para adquirir sus alimentos, por lo tanto, la mitad de la población no tiene las condiciones

mínimas para obtener la nutrición necesaria para la ejecución de sus actividades y su bienestar. Sin embargo, se desechan miles de toneladas de alimentos en perfecto estado que podrían ser distribuidas a diferentes personas. Frente a esta problemática existen instituciones que se encargan de fortalecer la seguridad alimentaria, recolectando donaciones que posteriormente son entregadas a la población que necesita alimentarse, como son los bancos de alimentos (Abaco, 2014).

Estas instituciones, pertenecientes al sector solidario, prestan un servicio importante a la comunidad entregando recursos que pueden aumentar el bienestar de la población más vulnerable. En Cali, la Fundación Banco de Alimentos ha realizado esta labor, no solamente con las instituciones e individuos que se benefician de los aportes, también con las organizaciones que respaldan entregando sus donaciones (Fundación Arquidiocesana, 2014).

Teniendo en cuenta la importancia de estas instituciones en la sociedad, UNIMINUTO busca la oportunidad de apoyar con este proyecto de investigación al trabajo social y académico para el desarrollo de innovaciones que aporten al mejoramiento de las comunidades en donde tiene influencia. Adicionalmente, este proyecto busca mejorar el proceso de recolección de donaciones con la finalidad de obtener la mayor cantidad de artículos en buen estado que deben ser obtenidos en las mejores condiciones para ser entregados en el menor tiempo posible a los diferentes beneficiarios, sin olvidar la optimización de los recursos utilizados para esta actividad.

## MARCO TEÓRICO

El transporte se define por todas aquellas actividades relacionadas con la necesidad de situar los productos en los puntos de destino correspondientes. Esta actividad logística incluye todo el proceso desde que la mercancía se encuentra lista para despachar en los muelles del remitente, hasta que se descarga en los muelles del destinatario. Incluye, de igual manera, el tránsito de las mercancías, y también otras actividades como la carga y descarga, tiempos de espera, entre otras (Fernández, et al., 2010). El transporte es la parte más importante y principal de la logística, debido a que proporciona dos servicios: movimiento físico y almacenamiento. El aspecto del movimiento físico es el desplazamiento de productos en medios mecánicos, y el almacenamiento guarda la carga durante el transcurso del viaje, ya sea días, semanas o a veces hasta meses (Castellanos, 2009).

Es importante mencionar que la función del transporte es el conjunto de actividades que permite el traslado de los materiales y productos terminados de los proveedores a los productores y de éstos a los clientes; de tal forma que lleguen a su destino en la forma pactada (Gómez, 2013). Esta actividad logística no sólo incluye el movimiento físico de materiales sino también las operaciones de carga, descarga, tiempos de espera, entre otras. Pocas empresas pueden ejecutar por su propia cuenta esta actividad logística, debido a que no tienen toda la infraestructura necesaria para desarrollarla; y aunque sean capaces, en algún momento deben acudir a los servicios de transporte externo, que asumen el control y funciones de éstas por cuenta propia.

Por lo tanto, el transporte tiene un rol muy importante en los procesos de una organización, por todo el crecimiento de los mercados internacionales. De esta manera, la organización de los transportes depende de la ubicación geográfica de los distribuidores, entre los cuales se realizan los diferentes flujos para el movimiento de la mercancía. En la organización de las actividades de transporte a menudo se presentan dos problemas: (i) la elección del medio y (ii) programación de los movimientos, como los que se describen a continuación (Malisani, 2009):

- Elección de los medios, modos de transporte, capacidad, localización de los puntos.
- Conducción de las materias primas desde los proveedores hasta las fábricas.
- Los cambios de medios de transporte: ruptura de carga.
- Facilidad de carga y descarga, trasbordo y almacenamiento.
- Facilidad de mantenimiento de los vehículos.

Debido a la complejidad en la planeación y organización de las actividades en el transporte, se utilizan diferentes sistemas de optimización que permiten encontrar las mejores rutas que debería seguir un vehículo en la entrega y recolección de productos, y adicionalmente minimizar la distancia en su recorrido (Ballou, 2004).

## METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE LAS RUTAS

A continuación se describe la metodología para la programación de las rutas en un banco de alimentos, teniendo en cuenta la problemática a abordar:

### Paso 1. Identificación y análisis de los procesos internos

Como primer paso se conocen las instalaciones del banco de alimentos con el propósito de conocer la fundación y los procesos que actualmente realizan para llevar a cabo todas las actividades dentro y fuera de la organización, asimismo, quiénes y cuántos son sus donantes, cuáles son los métodos para la recolección de las donaciones, programación de los vehículos, ejecución de las labores por parte de los empleados, los registros y documentos que utilizan, entre otras. Todo esto con el fin de conocer el funcionamiento de su cadena de abastecimiento.

### Paso 2. Determinación de los recursos disponibles

En este paso es necesario determinar los recursos con que cuenta la organización para el transporte de los productos. Para esto se debe:

- Describir la cantidad de vehículos disponibles, su capacidad en peso y en volumen.
- Determinar las características de los artículos a transportar y si tiene condiciones especiales de conservación.
- La cantidad de personas asignadas a los vehículos.
- La cantidad de clientes a atender y la cantidad de artículos a entregar.

Es importante mencionar que para determinar la cantidad de artículos a entregar es necesario utilizar diferentes métodos de pronósticos que permitan establecer el volumen de los artículos movilizados por los vehículos.

### Paso 3. Determinación de la ubicación de los clientes

Para ubicar los clientes es necesario crear una base de datos que contenga su dirección exacta para poder ser ubicados. En esta fase se recopilan las coordenadas geográficas de cada cliente para después ser utilizadas en el desarrollo de la metodología. En esta actividad se puede utilizar Google Maps para localizar a los donantes con sus direcciones. De la misma manera, se necesita crear una base de datos con estas ubicaciones.

### Paso 4. Determinación de las rutas

Para determinar las rutas necesarias para la distribución de los artículos en los vehículos pueden ser utilizados diversos métodos. Entre estos se encuentran:

#### 1. Método de barrido:

En este se localizan todas las paradas que realizará el vehículo en un mapa o cuadrícula. Luego se traza una línea recta desde el lugar de origen, que se gira en sentido de las manecillas del reloj, hasta que se intercepte una parada. Entonces se realiza la pregunta, ¿La parada excede la capacidad del vehículo? Si la respuesta es “no”, se procede a seguir el barrido hasta interceptar la siguiente parada. Cuando la respuesta sea “sí”, se para el proceso y se define la ruta. Es importante utilizar los camiones más grandes primero.

#### 2. Ruteo de vehículos (VRP):

Para resolver este problema se utilizan modelos matemáticos que permiten describir las diferentes características que posee el sistema de distribución de una organización. Se debe tener en cuenta que de acuerdo a las características propias del funcionamiento del mismo, su solución en algunas situaciones es difícil de realizar y para esto se utiliza la ayuda de medios informáticos. En este último, los programas de libre uso más utilizados son el VRP solver y el módulo Router de Logware 5.0 que puede ser encontrado en el libro de Ronald Ballou, *Logística administración de la cadena de suministro* (2001). Mientras el primero permite ubicar a los clientes, la cantidad de artículos en peso y la cantidad de los vehículos tienen como principal restricción que no se

pueden seleccionar vehículos de diferente tamaño. El segundo software, Router, más completo, permite introducir vehículos con diferentes características, sus tiempos de operación, los descansos y los horarios en que pueden ser atendidos los vehículos durante la ruta.

### Paso 5. Análisis de las rutas

Al obtener las rutas para cada vehículo es necesario verificar que éstas sean correctas, puesto que los programas tienen en cuenta las coordenadas de ubicación de las paradas y no otras características como el sentido de las vías, las restricciones de peso y los horarios de circulación. La parametrización de los datos en el software utilizado es de vital importancia, puesto que de esta actividad dependen los resultados obtenidos.

En este paso es importante reunirse con las personas que administran las rutas y los conductores de los vehículos para validar que las rutas obtenidas se encuentren acorde a los requerimientos de la organización y de los clientes/donantes a atender. Si es necesario se deben realizar los ajustes para a las rutas que permitan la distribución logística de una manera eficaz y eficiente. Si estas son validadas, se procede a determinar las diferentes paradas que realizarán los vehículos y se entregará un listado a los conductores para que las conozcan y apliquen.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación de esta alternativa fue realizada en el banco de alimentos del arquidiócesis de Cali. En el primer paso se conocieron sus instalaciones del Banco de Alimentos, el propósito de la fundación, procesos que actualmente realizan para llevar a cabo todas las actividades dentro y fuera de la organización, quiénes y cuántos son sus donantes, cuáles son los métodos para la recolección de las donaciones, la programación de los vehículos, la ejecución de las labores por parte de los empleados, el registro y los documentos que utilizan, entre otras. Asimismo, se recopiló información de la flota de vehículos y de cada uno de los donantes como: ubicación de las instalaciones y clientes, cantidades entregadas por donante, frecuencia de donación, visitas diarias, cantidad de vehículos y su estado. Luego se investigaron las coordenadas geográficas de los donantes en internet por medio de Google Maps.

Tabla 1. Datos de entrada para el desarrollo de la simulación

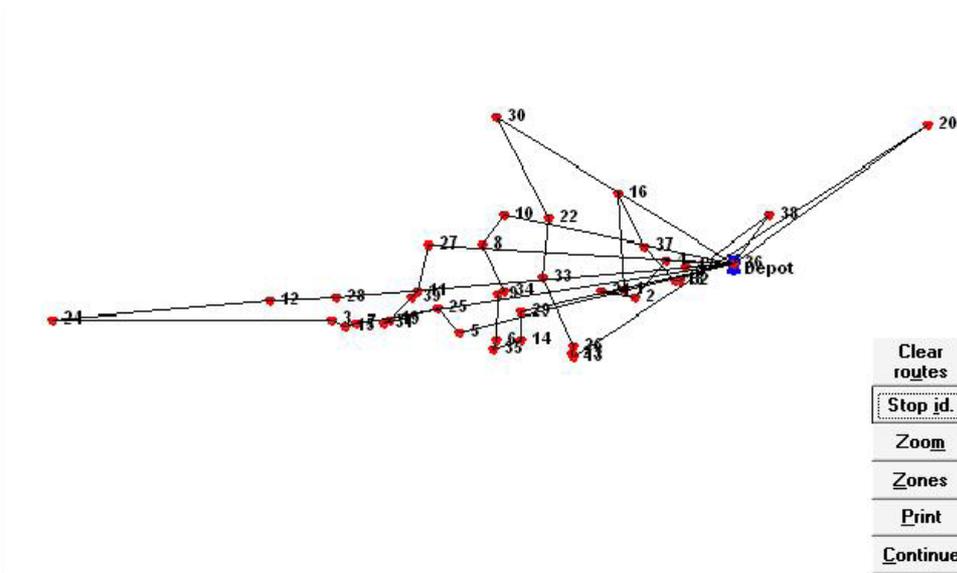
DATOS DE DONANTES	DATOS DE LOS RECURSOS	RESTRICCIONES
Cantidad de donantes: <b>Cantidad de producto a recolectar:</b> pronósticos realizados con datos históricos. Modelos utilizados: Promedio simple. Regresión lineal. Box-Jenkins Ubicación: coordenadas seleccionadas a través de Google Maps.	Camiones disponibles: Tipo 1. Tipo 2. Tipo 3. Tipo 4.	<b>Tiempo de trabajo:</b> 8 horas. Horario de trabajo: 8:00 am - 12:00 pm 2:00 pm - 4:00 pm Los donantes no tienen ventanas de tiempo. La simulación se realiza para cada día de la semana.

Fuente: creación propia.

Posteriormente, teniendo la ubicación de los clientes y la cantidad de donaciones a recibir, se incorporó esta información en el software Logware para determinar las rutas que deberían seguir los vehículos para cada día de la semana, desde el lunes hasta el viernes. En la parametrización de los datos se ingresó la siguiente información: (i) el tiempo de operación por vehículo de 8 horas laborales, (ii) el tipo de vehículo y su capacidad, (iii) las

coordenadas con la ubicación de los clientes, (iv) la cantidad de donaciones a recibir en kilogramos y (v) la ubicación de la bodega central del banco de alimentos de donde saldrán los vehículos. Con esta información, el software procedió a sugerir una ruta para cada uno de los vehículos para los cinco días de la semana. Encontrando los siguientes resultados (ver figura 1):

Figura 1. Programación de las rutas de transporte



Fuente: elaboración propia.

Estos resultados permitieron definir cinco rutas para cada día de la semana, correspondiente a las diferentes zonas geográficas de la ciudad. Las tres primeras rutas para el sector sur de la ciudad que incluye el municipio vecino de Jamundí. Mientras que la cuarta ruta se programó para la zona occidente y luego para la quinta, el norte de la ciudad de

Cali. Posteriormente, las rutas sugeridas fueron analizadas por el personal a cargo en el banco de alimentos y se encontró que la secuencia propuesta resultaba coherente con los puntos de distribución. En la actualidad se encuentran implementando esta alternativa y recopilando los resultados para realizar los ajustes necesarios en la ejecución de estas rutas.

A continuación se muestran las rutas obtenidas en la simulación ejecutada:

Tabla 2. Rutas obtenidas en el proceso de simulación

RUTA 1	RUTA 2	RUTA 3	RUTA 4	RUTA 5	RUTA 6
Éxito la flora	Éxito la Hacienda	Carulla Portada	Súper Inter Meléndez	Súper Inter La	Bimbo
Súper inter Av.	Jumbo Valle del Lili	Surtifamiliar A	Carulla Pance	Súper Inter La	Price Smart
Carulla San Fernando	Surtifamiliar Caney	Éxito Calipso	Súper Inter Jamundí	Alkosto	La Receta
Súper Inter Estadio		Éxito Primavera	Éxito Pomona	Súper Inter la 80	
Éxito San Fernando		Súper Inter LA	Carulla Center	Súper Inter Guadalupe	
Súper InterSiloe		Comercializadora	Éxito Unicentro		
Donkin Donuts		Frutas MG			

Fuente: creación propia.

## CONCLUSIONES

Después de realizar esta metodología y utilizarla en el banco de alimentos se puede decir que un sistema de programación de rutas de transporte permite que las empresas optimicen la cantidad de vehículos a utilizar, la disminución del tiempo de transporte, la reducción del consumo de combustible y, adicionalmente, tenga un mayor control de las rutas que siguen los conductores para realizar la recolección.

## REFERENCIAS

- Abaco. (10 de Octubre de 2014). *Asociación Colombiana de Bancos de Alimentos*. recuperado de: El hambre en Colombia: <http://www.bancosdealimentosdecolombia.com/#!el-hambre/cfjh>
- Arbones, E. (2009). *Logística Empresarial*. Barcelona: Marcombo.
- Ballou, R. (2004). *Logística. Administración de la Cadena de Suministro*. Mexico: Pearson Education.
- Bermeo, E., y Calderón, J. (2009). Diseño de un modelo de optimización de rutas de transporte. *El hombre y la máquina*, 52-67.
- Castellanos, A. (2009). *Manual de Gestión Logística del Transporte y Distribución de Mercancías*. Barranquilla: Universidad del Norte.

Chopra, S., y Meindl, P. (2013). *Administración de la cadena de suministro: estrategia, planeación y operación*. México: Pearson.

Estrada, S., Restrepo L., y Ballesteros P. (2010). Análisis de los costos logísticos en la administración de la cadena de suministro. *Scientia et Technica*, 272-276.

Fernández, R. (2010). Logística Comercial. En: Fernández (ed.). *Logística Comercial*, p. 210. Madrid: Parainfo.

Fundación arquidiocesana, Banco de Alimentos. (01 de 01 de 2014). *Banco de alimentos Cali*. Recuperado de: [http://www.bancodealimentoscali.org/quienes\\_somos.html](http://www.bancodealimentoscali.org/quienes_somos.html)

Garza, R. (2009). Meroute: un método multiatributo para el ruteo de vehículos. *Investigación Operacional*, 25, N.º 3, 3-7.

Gómez, J. (2013). Gestión Logística y Comercial. En: Gómez, J. (ed.). *Gestión Logística y Comercial*. España: McGraw-Hill.

Mora, L. (2010). *Gestión logística integral: Las mejores prácticas en la cadena de suministro*. Bogotá: Ecoe ediciones.

Restrepo, J., Medina, P., y Cruz, E. (2008). Un problema logístico de administración de rutas con ventanas de tiempo. *Scientia Et Technica*, N° 39, Septiembre de 2008. 229-234.

Robussté, A. (2005). *Logística del transporte*. Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña.

Salazar, B. (s.f.). *Ingeniería Industrial Online*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2015, de <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/>