



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE GRADUADOS EN CIENCIAS ECONÓMICAS

MAESTRÍA EN DIRECCIÓN DE NEGOCIOS

TRABAJO FINAL DE APLICACIÓN

“Desarrollo de una propuesta de logística inversa aplicada a la devolución de contenedores vacíos, para los importadores y exportadores de la ciudad de Córdoba”

Autor: Antonella Spalla

Tutor: Jose Luis Reynero

Córdoba

2014



Desarrollo de una propuesta de logística inversa aplicada a la devolución de contenedores vacíos, para los importadores y exportadores de la ciudad de Córdoba por Antonella Spalla se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Agradecimientos

A mi familia, por ser mi gran sostén y por el apoyo incondicional que siempre me dan en cada paso que emprendo.

A todos mis amigos, y en especial a mis compañeros de maestría por haber compartido conmigo horas de tesis, de trabajos, de juntas y de buenos momentos y por haberme dejado formar parte de un grupo de personas increíbles.

A mi tutor José Reynero, por su tiempo y dedicación.

Índice de contenido

I.RESUMEN	- 1 -
II. INTRODUCCION	- 1 -
III OBJETIVOS DEL TRABAJO	- 4 -
OBJETIVO GENERAL:	- 4 -
OBJETIVO PROFESIONAL:	- 4 -
IV.LIMITES O ALCANCE DEL TRABAJO	- 4 -
IV. MARCO TEORICO	- 5 -
1.SUPPLY CHAIN.....	- 5 -
1.1 ¿QUE ES UNA CADENA DE SUMINISTRO?.....	- 5 -
1.1.2 EL OBJETIVO DE UNA CADENA DE SUMINISTRO	- 6 -
1.1.3 FUENTES DE COSTOS E INGRESOS EN LA CADENA	- 7 -
1.2 DIFERENCIA ENTRE SUPPLY CHAIN Y SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	- 7 -
1.2.1 DEFINICIÓN DE SUPPLY CHAIN	- 7 -
1.3 DEFINICIÓN DE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT.	- 9 -
1.4 EL TRANSPORTE EN UNA CADENA DE SUMINISTRO	- 14 -
2.LOGISTICA INVERSA	- 16 -
2.1 ESTRATEGIAS	- 19 -
2.1.1 REPOSICIONADO VACÍOS:	- 20 -
2.1.2 MATCH BACK:	- 20 -
2.1.3 TRIANGULACIÓN:	- 21 -
2.2 FACTORES CLAVES PARA LA LOGÍSTICA INVERSA.....	- 22 -
2.3 HERRAMIENTA MATEMÁTICA- MODELO	- 25 -
3.GENERALIDADES DEL COMERCIO EXTERIOR.....	- 32 -
3.1 EXPORTACIÓN.....	- 32 -
3.2 IMPORTACIÓN.....	- 33 -
3.3 INCOTERMS	- 34 -

V. METODOLOGIA	- 39 -
VI. APLICACION	- 42 -
4. MODELO DE OPTIMIZACIÓN.....	- 42 -
4.1 LUGAR DE APLICACIÓN	- 42 -
4.2 DATOS	- 44 -
4.3 SUPUESTOS.....	- 45 -
4.4 RESULTADOS	- 48 -
4.4.1 RESULTADOS DEL SISTEMA.....	- 48 -
4.4.2 RESULTADOS PARA LOS OPERADORES	- 50 -
4.4.2.1 IMPORTADOR I1	- 50 -
4.4.2.2 EXPORTADOR E1.....	- 51 -
VII. CIERRE DEL PROYECTO	- 55 -
5.CONCLUSIONES FINALES	- 55 -
VIII. BIBLIOGRAFIA	- 57 -
ANEXOS	- 58 -

Índice de Figuras

Figura 1	- 2 -
Figura 2	- 5 -
Figura 3	- 8 -
Figura 4	- 8 -
Figura 5	- 9 -
Figura 6	- 14 -
Figura 7	- 18 -
Figura 8	- 19 -
Figura 9	- 29 -
Figura 10	- 37 -
Figura 11	- 47 -

Índice de tablas

Tabla 1.	- 24 -
Tabla 2.	- 44 -
Tabla 3.	- 45 -
Tabla 4.	- 48 -
Tabla 5.	- 48 -
Tabla 6.	- 52 -
Tabla 7.	- 53 -

I. RESUMEN

Actualmente, el comercio exterior argentino se ve afectado, no solo por altísimas barreras arancelarias sino también por aquellas barreras para-arancelarias, como las Declaraciones Juradas Anticipadas de Importación. A ello se le suma el alto costo logístico al cual los operadores del comercio exterior son sometidos. Es por ello, que la idea de este trabajo es lograr analizar la posible reducción de una parte de estos costos, por medio de un estudio de logística inversa aplicada a la devolución de contenedores vacíos por parte de un importador, para ser colocados en el depósito de un exportador, ofreciendo a ambos una alternativa que les permita disminuir sus costos.

Para ello se analizarán 6 jugadores, 3 importadores y 3 exportadores, que se los tomará como parámetros para la creación de un modelo que permita evaluar la propuesta a desarrollar. Es decir, se tomará como base del estudio a estos participantes del comercio exterior, para poder desarrollar una propuesta de logística inversa de contenedores, con el fin de que la misma pueda ser luego extrapolada al universo de importadores y exportadores de la provincia de Córdoba.

II. INTRODUCCION

La realidad del comercio exterior argentino, restringido a las políticas cambiarias y comerciales, y la falta de reglas claras, obliga a analizar la ciencia logística, al estudio fino de los procesos de la cadena de valor, al conocimiento acabado de la capilaridad en la distribución y el abastecimiento, y a nuevas alternativas que permitan reducir costos que la operatoria diaria presenta, para lograr cierto grado de competitividad en alguna arista de este sector.

El desarrollo económico de un país es directamente proporcional a su grado de apertura comercial y de su integración con el resto del mundo, es por ello que los costos logísticos son los que determinan la inserción, o bien el desacople de una economía con el mundo, dejando de lado ya las barreras comerciales tradicionales como lo son los aranceles, y pisándole casi los talones a los muros para-arancelarios.

El comercio internacional se considera como una parte de la cadena de valor global, por lo que los costos logísticos adquieren una relevancia gravitante. Es por ello la necesidad de poder estudiarlos e intentar reducirlos, facilitándole al importador y

exportador alguna solución o servicio que le permita hacer frente a la burocracia innecesaria a la cual se enfrenta y a la poca previsibilidad que actualmente se tiene.

A nivel mundial, los contenedores de 20 pies representan el 33% del total de TEUs¹ de la flota de contenedores marítimos y los contenedores de 40 pies (FEUs) el 66% del total de TEUs. Los contenedores más comunes son los de 40 pies estándares de carga seca (Dry Van) con casi 11 millones de TEUs, seguidos de los contenedores de 20 pies estándares de carga seca con unos 6 millones de TEUs.

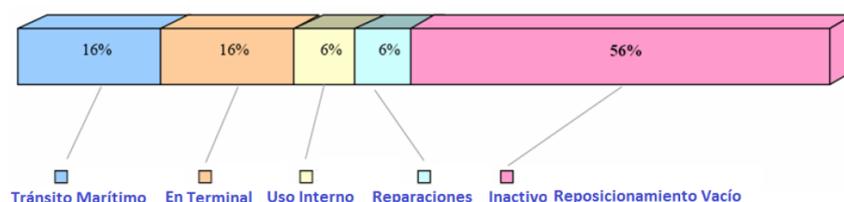


Figura 1

Usos del Contenedor en su Vida Útil. Fuente: Container Usage Asset Managment.

Como se observa en la figura, de acuerdo al uso que se está haciendo de los contenedores en un momento dado, el 56% está vacío, ya sea para ser reposicionado o sin usar, es decir inactivo; un 16 % se ubica en el puerto; otro 16% está siendo trasladado en buques y un 6% es transportado por medios terrestres; el 6% restante está siendo reparado.

Analizando esto se deduce que un contenedor está más de la mitad de su vida útil en almacenamiento ocioso, esperando ser reposicionado en otra zona. Es por ello que el costo del transporte de contenedores vacíos y su almacenamiento es elevado e incide en la repercusión final de fletes.

De aquí se parte con la problemática a tratar en el trabajo y se observa que la logística inversa de contenedores vacíos plantea un desafío ya que eleva los costos y complica el entorno operativo. La logística inversa del contenedor se está convirtiendo en un problema complejo y exigente, y es por ello la búsqueda de un modelo operativo que permita la reducción de los costos logísticos.

Esta mencionada logística inversa del contenedor hace referencia al contenedor que está vacío en su interior, y la misma se ocupa de los movimientos y distribución de los contenedores vacíos, comenzando cuando un contenedor es

¹ TEU: Twenty-foot Equivalent Unit- Unidad Equivalente a Veinte Pies

vaciado o desconsolidado en las instalaciones del receptor (importador) y finalizando en el punto donde el contenedor es posicionado para volver a cargarse o consolidarlo, por el exportador. El movimiento de estos contenedores vacíos de forma eficiente es el objetivo a alcanzar para lograr la reducción deseada en costos tanto para los importadores y exportadores

En la logística inversa del contenedor de importación y de exportación se pueden distinguir dos niveles:

- ✓ El nivel internacional: Hace referencia al movimiento de contenedores a nivel global como consecuencia del desequilibrio de las rutas comerciales. Los costos de estos movimientos generalmente son soportados por las compañías navieras que son las que se encargan de la gestión de los contenedores.

- ✓ El nivel local o regional: es el movimiento terrestre de contenedores vacíos entre terminales, depósitos y de instalaciones de receptores y cargadores. Los costos de estos movimientos de contenedores vacíos repercute en el cargador, es decir el exportador y también en el importador.

Es el nivel regional en donde se centrará el desarrollo del presente trabajo.

Entre los costos de reposicionamiento de los contenedores vacíos se encuentran los gastos de transporte terrestre y gastos en las terminales, entre lo que se pueden mencionar gastos de almacenamiento y manipulación, y el transporte marítimo al mercado.

Debido al desequilibrado comercio internacional de mercaderías en contenedores y debido al desequilibrio en la utilización de contenedores por el tipo y tamaño, los operadores están obligados a realizar sus cotizaciones de fletes en función de cargos de reposicionamiento y en efecto, de la logística inversa para reposicionar el contenedor. Debida a esta situación, una parte importante del problema creado por la acumulación de contenedores vacíos se redirige a expensas de los importadores y exportadores y, finalmente, a costa de los consumidores.

En el presente trabajo se busca analizar la posibilidad de optimizar por medio de una propuesta de logística inversa el movimiento de contenedores vacíos, (contenedores estándares- Dry Van- de 20 y 40 pies) para permitir reducir costos a los operadores, es decir a los importadores y exportadores de la ciudad de Córdoba. Se

busca dejar sentadas las bases para que el desarrollo de optimización de esta logística pueda ser extrapolada a todos los exportadores e importadores de nuestra provincia.

III OBJETIVOS DEL TRABAJO

Los objetivos de este trabajo final de aplicación son:

OBJETIVO GENERAL:

Desarrollar una propuesta de logística inversa de contenedores que le permita reducir costos a los importadores y exportadores de la ciudad de Córdoba.

OBJETIVO PROFESIONAL:

Con el presente trabajo busco analizar una alternativa de llevar a cabo un proyecto propio, para identificar si el mismo es viable o no de implementar en la operatoria del comercio exterior.

IV.LIMITES O ALCANCE DEL TRABAJO

Los límites de este trabajo se circunscriben al desarrollo de una propuesta de logística inversa de contenedores que se pueda extrapolar importadores y exportadores de la ciudad de Córdoba, para tipo de contenedores estándares (Dry Van) de 20 y 40 pies.

Con el presente trabajo se busca dejar las bases sentadas para las diferentes variables que influyen en un modelo como el que se presenta, para el futuro desarrollo de un software.

IV.MARCO TEORICO

1.SUPPLY CHAIN

1.1 ¿QUE ES UNA CADENA DE SUMINISTRO?

En toda organización, independientemente de cuál sea su fin, existen procesos relacionados que buscan la satisfacción del cliente o del usuario final del producto o servicio generado.

Todas las partes involucradas, ya sea de manera directa o indirecta, en la satisfacción de una solicitud de un cliente, son parte de la cadena de suministro. Es decir que la misma incluye al fabricante, proveedor, transportistas, almacenistas, vendedores e incluso a los mismos clientes.

Cada etapa de la cadena de suministro está conectada por medio de flujos de información, productos, servicios y fondos. Los mismos ocurren con frecuencia y normalmente corren en ambos sentidos, y pueden ser administrados por cada una de las etapas o un intermediario.



Figura 2.

Etapas de la Cadena de Suministro(CHOPRA, 2008)

El fabricante puede recibir material de diferentes proveedores, y luego abastecer a varios distribuidores. Es por ello que se dice que la mayoría de las cadenas de suministros son en realidad redes. No es necesario que cada etapa esté presente en la cadena. El diseño apropiado va a depender, de las necesidades del cliente, como así también de las funciones que desempeñan las etapas que abarca la cadena.

En el caso a analizar en el presente trabajo, se puede considerar al fabricante como el exportador o shipper, al distribuidor como la compañía naviera, al detallista como el agente de carga, y al cliente como el importador o consignee.

Son muy importante aquí los flujos de información, ya que con éstos se logrará coordinar una mejor logística entre los operadores de esta cadena, y contar en tiempo y forma con el contenedor.

Existen 5 procesos primarios sobre los cuales se construye el marco de la cadena de suministro:

1. Logística interna. Estas son las actividades relacionadas con la recepción, almacenamiento y difusión de los insumos hasta el producto (manejo de materiales, almacenamiento, control de inventario, programación de transporte, y devolución a proveedores). Este proceso bajado al marco del trabajo se podría corresponder con la logística nacional, por ejemplo del traslado del contenedor de una exportación hacia el puerto, o desde el puerto hacia un importador.

2. Operaciones. Esto se refiere a las actividades relacionadas con la transformación de insumos en el producto final (mecanizado, embalaje, montaje, operaciones de mantenimiento de equipos, pruebas, etc).

3. Logística externa. Estas son las actividades relacionadas con la recolección, el almacenamiento y la distribución física del producto hacia los compradores (productos terminados, almacenamiento, manejo de materiales, entrega de carga, procesamiento y programación de pedidos). En este proceso se hace referencia al traslado de los contenedores desde distintos puntos geográficos.

4. Ventas y marketing. Dentro de un contexto de cadena de suministro, estas son las actividades que inducen a los consumidores a comprar un producto y que le permiten comprarlo (publicidad, promociones, fuerza de ventas, cotizaciones, selección de canal, relaciones del canal, y precios).

5. Servicio. Esto se refiere a las actividades relacionadas con la prestación del servicio para mejorar o mantener el valor del producto (instalación, reparación, suministro de piezas, y ajuste del producto) (Porter, 1985)

1.1.2 EL OBJETIVO DE UNA CADENA DE SUMINISTRO

El objetivo de una cadena de suministro es maximizar el valor total generado. Este valor va a surgir de la diferencia entre lo que sale el producto o servicio final para el cliente y los costos que se incurren en la cadena para cumplir la petición de éste.

El valor está directamente relacionado con la rentabilidad de la cadena, que se conoce también como superávit de la cadena de suministro. Este concepto explica la diferencia entre los ingresos generados por los clientes y el costo total de la cadena.

1.1.3 FUENTES DE COSTOS E INGRESOS EN LA CADENA

En toda cadena de suministro, la única fuente de ingreso genuino es el cliente. Los demás flujos de efectivos son intercambios de fondos que se suceden dentro de la misma, entre los distintos integrantes de cada etapa.

Los flujos de información, productos o fondos mencionados anteriormente, producen costos dentro de la misma cadena. La clave de éxito de una cadena de suministro, será la adecuada administración de los mismos. Una administración eficaz de la cadena de suministro va a comprender la administración de los activos y de los flujos de producto, información y fondos para maximizar la rentabilidad de la misma. La diferencia en la estructura de una cadena de suministro se ve explicada por el impacto que cada actor tiene en el superávit de ésta.

1.2 DIFERENCIA ENTRE SUPPLY CHAIN Y SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

1.2.1 DEFINICIÓN DE SUPPLYCHAIN

La cadena de suministro es definida por la Londe & Masters como un conjunto de organizaciones, que intercambian, en un flujo ascendente, recursos.

Normalmente, varias empresas independientes están involucradas en la fabricación y colocación de un producto en manos del usuario final. Este proceso entre compañías es el resultado de que la materia prima y los componentes, representados por fabricantes, ensambladores, mayoristas, y empresas de transporte, están coordinados y alineados como miembros de una cadena de suministro, reconociendo al consumidor final como el eslabón último de la cadena. (Cooper and Ellram, 1994).

Una cadena de suministro es una red de organizaciones, que participan y se relacionan a través de lazos comunicantes ascendentes y descendentes en los diferentes procesos y actividades, que generan valor en forma de productos o servicios ofrecidos al consumidor final. Es decir que una cadena de suministro está formada por múltiples empresas de materias primas y componentes, como así también por empresas de distribución orientadas hacia el consumidor final. (Christopher, 1992)

Analizando estas definiciones se puede decir que una cadena de suministro es un conjunto de tres o más organizaciones o personas, que participan directamente en las corrientes ascendentes y descendentes de productos, servicios, finanzas, y/o información desde la fuente de los recursos hasta los clientes.

Dentro de esta definición se pueden identificar tres grados distintos de complejidad para la cadena de suministro, explicados a continuación de menor a mayor:

- ❖ **Cadena de Suministro Directa:** La misma consiste en un distribuidor, un fabricante, y un cliente involucrado en el flujo de productos, servicios, finanzas e información.



Figura 3 .

Revista de Logística de Negocio. (MENTZER, 2001)

- ❖ **Cadena de Suministro Extendida:** Aquí se incluye además a proveedores del proveedor inmediato, y los clientes del cliente inmediato, como así también a todos los involucrados en el flujo ascendente y descendente de productos, servicios, finanzas y/o información.



Figura 4.

Revista de Logística de Negocio. (MENTZER, 2001)

- ❖ **Cadena de Suministro Final:** En esta cadena se encuentran a todas las organizaciones que participan directa e indirectamente en el flujo ascendente y descendente de productos, servicios finanzas y/o información. Asimismo se incluyen a los proveedores de financiación, proveedores de logística, y proveedores de información de mercado.

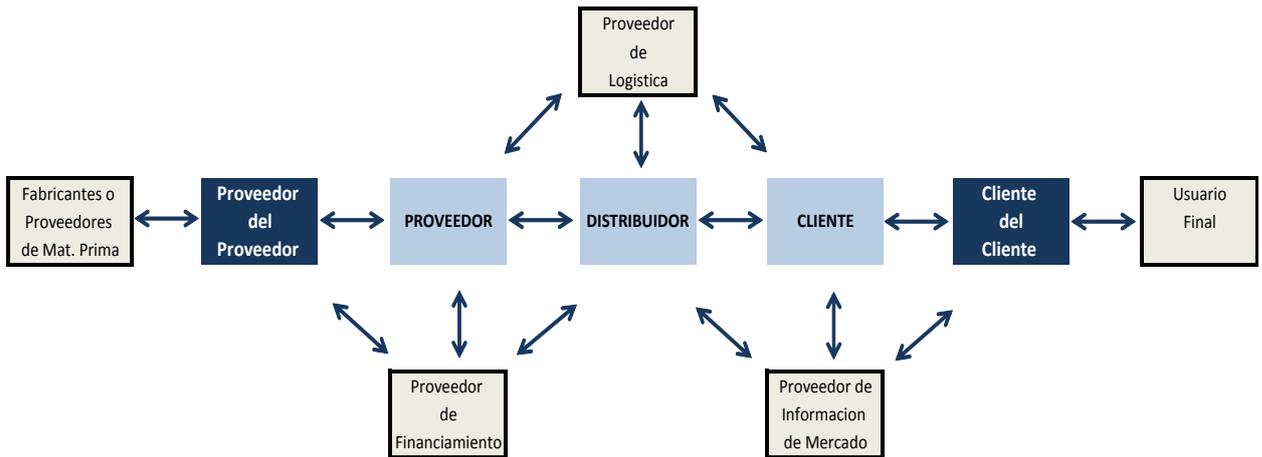


Figura 5.

Revista de Logística de Negocio. (MENTZER, 2001)

Existen cadenas de suministro independientemente de que sean o no gestionadas integralmente. La cadena de suministro es un fenómeno de negocio, que sigue existiendo al margen de la relación existente entre los integrantes de la misma.

Esto permite trazar una distinción entre las cadenas de suministros como fenómeno, que naturalmente existe en los negocios independientes de la gestión de la cadena de suministro. La primera es simplemente algo que existe, a menudo denominada también canal de distribución, mientras que la segunda requiere de los esfuerzos de gestión, coordinación e integración, realizados por las organizaciones que la integran.

Debido a la cantidad de configuraciones alternativas de la cadena de suministro se debe destacar, que cualquier organización puede ser parte de numerosas cadenas de suministros. Es decir que la misma puede ser un cliente en una cadena, socio en otra, proveedor en una tercera y un competidor en una cuarta cadena. Estas múltiples relaciones comienzan a explicar la naturaleza de red que muchas cadenas de suministros poseen.

1.3 DEFINICIÓN DE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT.

Actualmente, no existe un consenso acerca de la definición de “Supply Chain Management”. Por ello se describen a continuación definiciones de diferentes autores, con el fin de poder dilucidar cuál es la definición que más se adapte o la que sigue el mejor criterio para el presente trabajo.

De acuerdo con Monczka, Trent y Handfiel, Supply Chain Management comprende la integración y gestión para el aprovisionamiento, el flujo y el control de materiales, usando una perspectiva sistémica a través de múltiples funciones, y múltiples niveles de proveedores. (Monczka, 1998)

Para La Londe & Masters, la estrategia de la gestión de la cadena de suministro incluye a dos o más compañías, que tienen un acuerdo a largo plazo, sostenido en el desarrollo de compromiso y confianza; que se basa en la integración de las actividades de logística e intercambio de datos de demanda y ventas, permitiendo un cambio en la configuración del proceso de logística. (Cooper and Ellram, 1994)

Siguiendo la definición de Stevens el objetivo de la gestión de cadenas de suministro es lograr la sincronización de los requisitos del cliente y el flujo de materiales provisto por los proveedores, con el fin de consolidar un equilibrio entre brindar un alto servicio al cliente, tener bajo inventario y alcanzar un bajo costo unitario. (Stevens, 1989)

Para Cooper la Gestión de la Cadena de Suministro es una filosofía integradora, que implica encargarse del flujo total del canal de distribución; desde el proveedor hacia el usuario final. (Cooper, 1993)

De acuerdo con el Consejo de Profesionales de Supply Chain Management (CSCMP), la gestión de la cadena de suministro abarca la planificación y gestión de todas las actividades involucradas en el abastecimiento, la adquisición, conversión, y todas las actividades de gestión de la logística. Esto incluye la coordinación y la colaboración con los socios de canal como los proveedores, intermediarios, terceros y clientes. Es decir que la gestión de las cadenas de suministro integran el abastecimiento y la gestión de demanda dentro y a través de una empresa. (Professionals).

Si bien las definiciones difieren entre los distintos autores, éstas se pueden clasificar en tres categorías:

- ✓ **SCM como una filosofía de gestión:** Supply Chain Management como una filosofía de gestión posee las siguientes características:
 1. *Enfoque de Sistemas:* Considera a la cadena de suministro como una sola entidad, en lugar de un conjunto de partes fragmentadas, donde cada una desarrolla su propia función. Es decir la filosofía de gestión de

la cadena de suministro se extiende al concepto de asociaciones multifirmas, con el fin de gestionar el flujo total de bienes del proveedor al cliente final.

2. *Enfoque Estratégico*: Busca la orientación hacia los esfuerzos de sincronización intrafirma y entre empresas, a partir de una fuerza de mercado, que las obliga a alcanzar una capacidad operativa y estratégica unificada.

3. *Enfoque en el cliente*: Dirige a los miembros de la cadena a concentrarse en el desarrollo de soluciones innovadoras, para crear fuentes únicas de valor para satisfacer al cliente. Es esencial la comprensión de los valores y las necesidades de los consumidores.

✓ **SCM como un conjunto de actividades necesarias para la implementación de una filosofía de gestión.** En la adopción de una filosofía de gestión de la cadena de suministro, las firmas deben establecer prácticas de gestión que les permitan actuar y comportarse en armonía con su filosofía. A continuación se detallan una lista de actividades necesarias para implementar con éxito una filosofía de SCM:

1. *Comportamiento integrado*: Para ser eficientes en el entorno competitivo de hoy en día, las compañías deben ampliar su comportamiento, integrándose para incorporar clientes y proveedores. Para llevar la filosofía de SCM se requiere de un esfuerzo coordinado entre los socios de la cadena, para responder dinámicamente a las necesidades del cliente final.

2. *Intercambio mutuo de información*: La planificación y seguimiento de los procesos, requiere compartir mutuamente información entre los diferentes miembros de la cadena para poner en práctica una filosofía de SCM. El libre intercambio de información permite reducir la incertidumbre entre los socios de una cadena e incrementar el rendimiento global de la misma.

3. *Compartir mutuamente riesgos y recompensas*: Un desarrollo eficaz y eficiente de SCM requiere que los miembros de la cadena compartan mutuamente los riesgos y beneficios generando una ventaja competitiva para el grupo a largo plazo.

4. *Cooperación:* Las actividades realizadas por las empresas en una relación de sociedad tiene como objetivo producir resultados mutuos, es decir superiores a los resultados individuales de cada una de las partes a través del tiempo. La cooperación implica la relación entre varios niveles de gestión, operativos y directivos, requiriendo la coordinación entre distintos niveles y miembros de la cadena de suministro. La cooperación empieza con una planificación conjunta, y termina con un proceso de control sobre las actividades, lo que permite evaluar el rendimiento de los miembros, como así también de la cadena en su conjunto.

5. *El mismo objetivo y enfoque en el servicio a los clientes:* Una cadena de suministro va a lograr el éxito si todos los integrantes tienen el mismo objetivo y enfoque, relacionando al servicio con los clientes. Esto se puede alcanzar si hay culturas y técnicas de gestión compatibles entre los miembros de la cadena.

6. *Integración de Procesos:* La implementación de la gestión de una cadena requiere de la integración de procesos de abastecimiento, fabricación, y distribución a través de la misma.

7. *Socios para construir y mantener relaciones de largo plazo:* El horizonte temporal de la relación entre los miembros de la cadena se extiende más allá de la vigencia del contrato. Se busca facilitar el aumento de la cooperación entre los integrantes. Es aquí necesario mencionar la importancia de crear socios con las compañías navieras para lograr cierta flexibilidad al momento de devolución de vacíos.

✓ **SCM como un conjunto de procesos de gestión:** La gestión de la cadena de suministro es considerada como un proceso estructurado y medido, compuesto por un conjunto de actividades diseñadas para producir una salida específica, ya sea para un cliente o un mercado en particular. Es decir que el SCM es el proceso de gestión de relaciones, información y materiales, que superando las fronteras de la empresa, ofrece un servicio al cliente, y un valor económico con una gestión sincronizada de los flujos de bienes físicos e información, que es coordinada desde el suministro hasta el consumo. Todas las empresas, dentro de la cadena, deben superar sus límites funcionales, y

adoptar un enfoque basado en procesos integrales con el resto de los miembros de la cadena.

Luego de revisar la literatura en cuanto a la definición de Gestión de la Cadena de Suministro, se puede observar que la misma, implica múltiples empresas, y múltiples actividades coordinadas a través de las funciones de éstas en la cadena.

Para el desarrollo de este trabajo, la Gestión de la Cadena de Suministro se define como la coordinación estratégica y sistemática de contenedores vacíos, a través de funciones de negocio dentro de una estructura particular, con el fin de optimizar el rendimiento a largo plazo de las empresas individuales, en este caso importadores y exportadores, y de la cadena de suministro en su conjunto.

Como se observa en la siguiente figura, las funciones de negocios tradicionales de marketing, ventas, investigación y desarrollo, producción, abastecimiento, logística, tecnología de la información, finanzas y atención al cliente, gestionan los flujos asumiendo roles de proveedores y clientes internos al proceso, para ofrecer en última instancia el valor y la satisfacción al cliente final. La figura también muestra la importancia de lograr la satisfacción y el valor para el cliente, como un medio para alcanzar una ventaja competitiva y la rentabilidad para las empresas individuales y para la cadena de suministro en su conjunto.

Para poder entender esta definición y el modelo que la sostiene, deben ser examinadas de manera detallada, los roles individuales de cada sector funcional, y cómo éstos se coordinan dentro de una misma organización, y entre distintas empresas. La coordinación inter-funcional e inter-compañía, incluye un examen de la confianza, compromiso, coordinación, riesgo, dependencia e intercambio entre las partes.

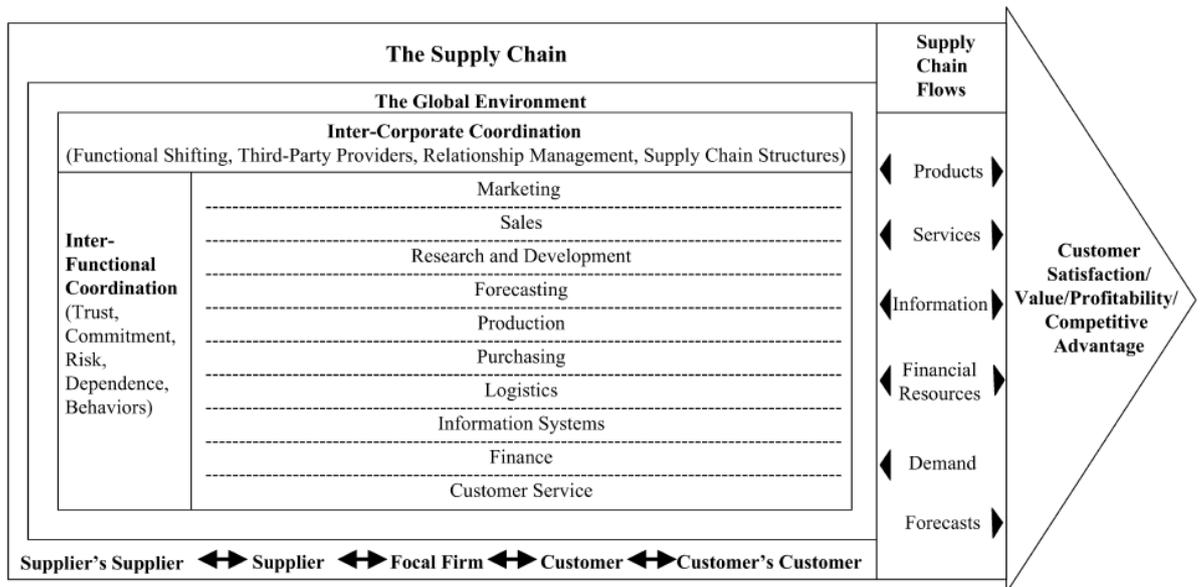


Figura 6.

Revista de Logística de Negocio. (MENTZER, 2001, pág. 19)

1.4 EL TRANSPORTE EN UNA CADENA DE SUMINISTRO

Si bien la gestión de la cadena de suministro es la base teórica para este trabajo se hará hincapié en el papel que cumple el transporte en la cadena debido a que es el eje central para la propuesta a desarrollar.

Tal como se mencionó, el transporte representa una directriz importante de la cadena y es un componente significativo de los costos en los cuales se incurren. A su vez, el papel del mismo reviste una mayor importancia en las cadenas de suministro globales. El éxito de la cadena está vinculado al uso apropiado del transporte.

La red de transporte puede ser pensada como un conjunto de nodos y de vínculos, en donde el mismo se origina en los nodos y viaja por los vínculos. La infraestructura, en cualquier medio de transporte, como lo pueden ser los puertos, aeropuertos, caminos, canales de navegación, requiere tanto de nodos como de vínculos.

En cualquier medio de transporte, la eficacia del mismo depende de las inversiones en equipo, las decisiones de operación del transportista, la infraestructura disponible y las políticas de transporte. En este caso los agentes de cargas, conocidos

también como freight forwarders, y las empresas navieras buscan proporcionar un nivel de servicio aceptable, y sus decisiones se ven afectadas por los costos del equipo, el costo fijo y el costo variable de la operación, la capacidad de respuesta y los precios que el mercado pagará.

En el comercio internacional, el transporte por agua es el medio más utilizado para embarques de diferentes tipos de productos. En los últimos años se ha visto una tendencia significativa en el crecimiento de los contenedores en el comercio global, lo que ha generado una demanda de embarcaciones más rápidas, grandes y más especializadas para mejorar las economías del transporte del contenedor. Las demoras en puertos, aduanas y la administración de los contenedores utilizados son una de las cuestiones más importantes de los embarques globales, como así también los congestionamientos en los puertos de los países que mueven las mayores cargas, como el caso de Estados Unidos, China, y algunos países europeos.

Es importante mencionar además el uso del transporte intermodal en este apartado. El mismo consiste en el empleo de más de un medio para llevar un embarque hasta su destino. En el caso de este trabajo final, es importante señalar este tipo de transporte ya que se hace una combinación de medio marítimo (buque) y medio terrestre (camión) para mover el contenedor desde el puerto hasta el destino final (importación) o bien desde el destino de origen hasta el puerto (exportación).

Los contenedores son fáciles de transferir de un medio a otro, debido a su estandarización y su uso facilita el transporte intermodal. Este tipo de transporte es, generalmente, la única opción en comercio global, ya que las fábricas y los mercados suelen no estar cerca de los puertos, como es el caso de Córdoba, y la mayoría de las ciudades de nuestro país.

En la industria intermodal existen temas claves como el intercambio de información para facilitar las transferencias entre los distintos medios, debido a que es común que en estas transferencias se generen retrasos importantes, que terminan afectando el tiempo de entrega.

El diseño de una red de transporte afecta el desempeño de la cadena de suministro porque establece la infraestructura dentro de la cual se toman las decisiones operacionales de transporte respecto al horario y las rutas. Una red bien diseñada permite a la cadena alcanzar el grado deseado de capacidad de respuesta a bajo costo. (CHOPRA, 2008).

2.LOGISTICA INVERSA

Tal como se mencionó en el apartado anterior, los contenedores son fáciles de transferir de un medio a otro, principalmente por su estandarización, y su uso permite, entre otras cosas, el transporte intermodal.

En la actualidad existen distintos tipos de contenedores, entre los cuales se pueden mencionar:

- Dry Van: son contenedores cerrados herméticamente, sin refrigeración o ventilación. Son los conocidos como contenedores estándares.
- Metálicos: son aquellos contenedores similares a los estándares, pero sin cerrar herméticamente y sin refrigeración.
- High Cube: son contenedores de 40 pies, pero que poseen una sobrealtura (9,6 pies), con las mismas características que uno estándar.
- Reefer: poseen un sistema de conservación de frío o calor y termostato, y es por ello que deben ir conectados en el buque y en la terminal.
- Open Top: estos contenedores poseen una abertura en la parte superior de los mismos.
- Flat Rack: son aquellos contenedores que carecen también de paredes laterales e incluso, de acuerdo algunos casos, de paredes delanteras y posteriores.
- Open Side: su principal característica es que es abierto en uno de sus lados. Se emplean para cargas de mayores dimensiones en longitud que no se pueden cargar por la puerta del contenedor.
- Tank o Contenedor cisterna: son aquellos contenedores utilizados para transportes de líquidos a granel. Se trata de una cisterna que está contenida dentro de una serie de vigas de acero que delimitan un paralelepípedo.
- Flexi-Tank: son una alternativa al contenedor cisterna. En su interior se fija un depósito flexible de polietileno de un solo uso denominado flexibag.

Las medidas para los contenedores las establece la International Standards Organization, (ISO). El ancho se fija en 8 pies, es decir 2,44 metros. El alto puede variar entre 8,6 pies (2,62 m) o 9,6 pies (2,92 m), mientras que el largo varía entre 8 pies (2,44 m); 10 pies (3,05 m); 20 pies (6,10 m); 40 pies (12,19 m); 45 pies (13,72 m); 48 pies (14,63 m) y 53 pies (16,15 m).

A nivel mundial los contenedores más utilizados son los equipos de 20 y 40 pies, con un volumen interno de 32,6 m³ y 66,7 m³ respectivamente.

También es importante aclarar que un contenedor puede ser cargado con el envío de un solo cargador, lo que se conoce como carga FCL (Full Container Load) o bien puede estar cargado con varios envíos de distintos cargadores, es decir contenedores de carga parcial, LCL (Less than Container Load)

Para el presente trabajo se utilizarán los contenedores Dry Van de 20 y 40 pies, y cargas FCL.

Para el desplazamiento de los contenedores, no existe un ruta estándar. Las posiciones geograficas, las interacciones entre las distintas partes que participan en la cadena de suministro, las obligaciones contractuales y comerciales dan lugar a muchas cadenas de transporte. La red de nodos y vinculos que forman la cadena de suministro de un contenedor se divide en 4 etapas:

- Preparación del envío.
- Consolidación de la carga (agrupación o agrupamiento de la carga).
- Transporte
- Manipulación en el terminal portuario.

La figura siguiente representa la cadena logística asociada al paso del contenedor por la terminal portuaria. La misma comienza cuando el cargador recibe un contenedor vacío por medio de un transporte terrestre, y éste proviene o de una terminal o de un depósito de contenedores vacíos, conocido también como depot. Este esquema es el caso básico, en donde se utiliza un único tramo terrestre en origen y destino y un solo trayecto marítimo entre ambos, considerando contenedores en origen y destino como FCL, es decir que no se necesita consolidar el envío de diferentes cargadores, ni tampoco se produce ruptura de carga, y como se menciono anteriormente este es el modelo que se tomará para la propuesta a desarrollar.

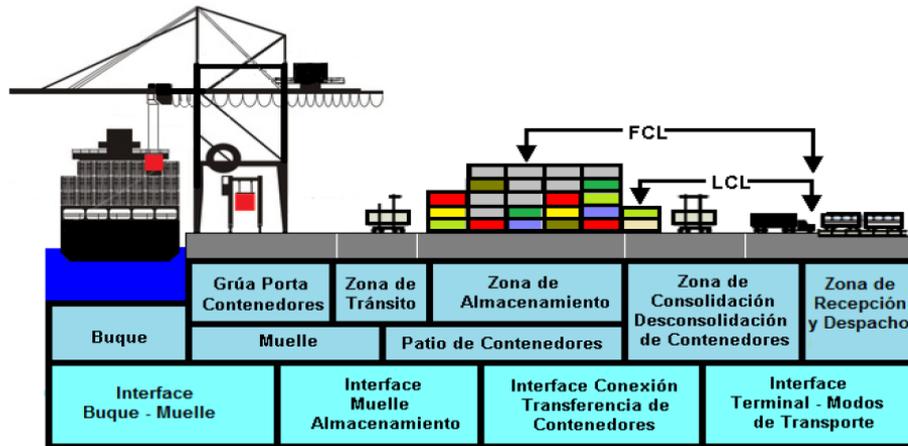


Figura 7.

Interfaces de un terminal marítimo de contenedores. Alexander Slava. Pag 9.

Los depots o depósitos cumplen la función de almacenamiento temporal de los contenedores luego de haber sido descargados en las instalaciones de los clientes, y en ellos también se realizan actividades como reparación, inspección y limpieza de los contenedores. Es decir que son lugares de estacionamientos de contenedores vacíos en donde los mismos ingresan luego de haber sido utilizados y permanecen allí hasta que son tomados para una operación de exportación desde el lugar donde se encuentra.

Como se mencionó anteriormente, existen dos niveles en la logística inversa del contenedor de importación y de exportación; el nivel internacional y el nivel local o regional. El primero tiene que ver con el movimiento de contenedores vacíos a escala global, como consecuencia del desbalance de las principales rutas comerciales, ya que algunos países son principalmente exportadores, mientras que otros, meramente importadores, y esto es lo que genera un desequilibrio en cuanto al posicionamiento de contenedores. Los costos de estos movimientos son soportados por las compañías navieras, quienes se encargan de la gestión de sus equipos.

Por otro lado, el nivel local o regional, nivel en donde se centrará el trabajo, hace referencia al movimiento terrestre de contenedores vacíos entre terminales portuarias, depots, e instalaciones de cargadores, (exportadores) y receptores (importadores). Los costos en este caso repercuten en estos últimos actores, y finalmente en los clientes.

A continuación se muestra un gráfico en donde se diferencian estos niveles.

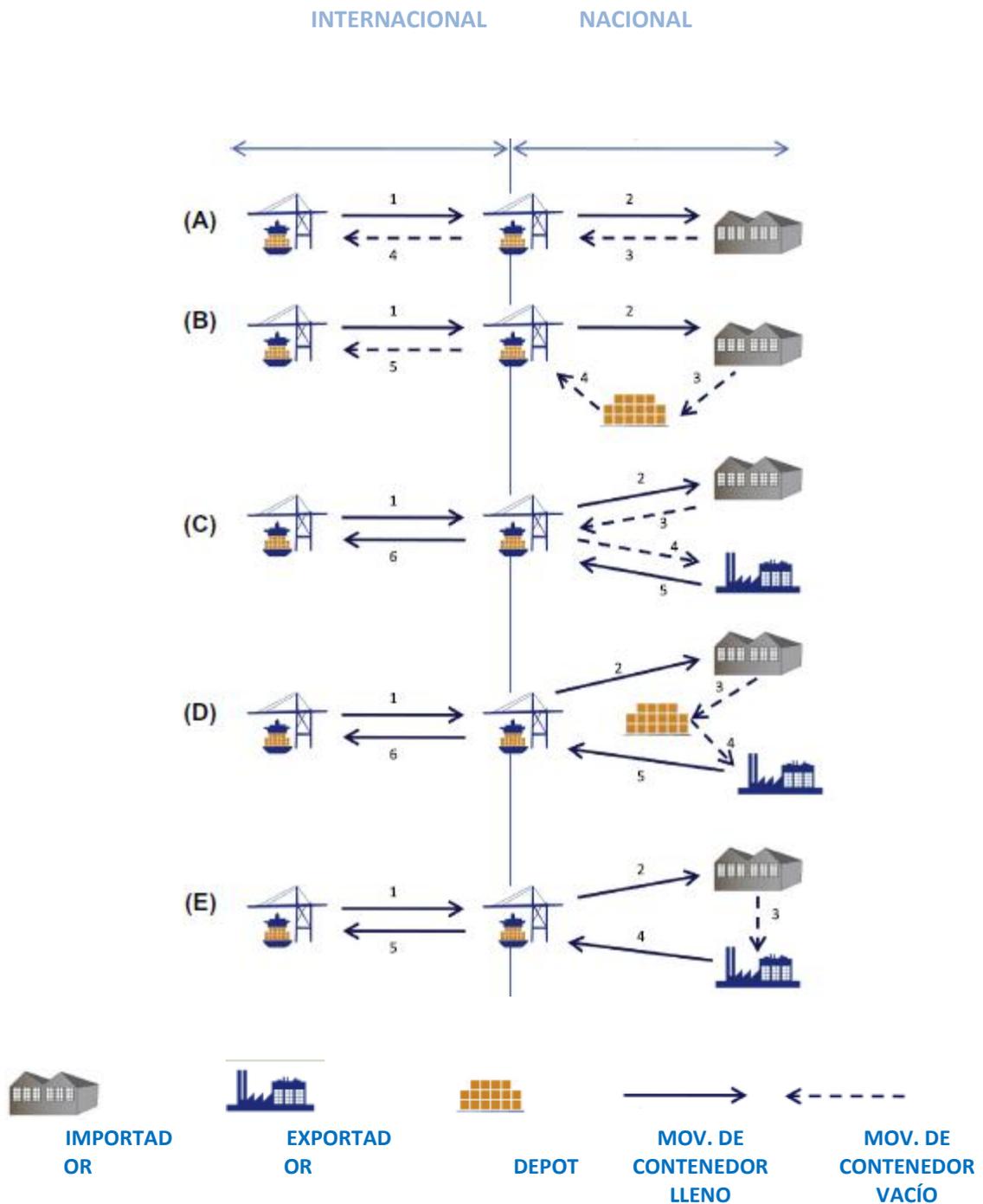


Figura 8.

Computers & Industrial Engineering 66 (2013) 909-917. Salvador Furio, Carlos Andrés, Belarmino Adenso-Díaz, Sebastián Lozano.

2.1 ESTRATEGIAS

De la figura anterior se pueden distinguir las siguientes estrategias:

2.1.1 REPOSICIONADO VACÍOS:

(A) Esta estrategia consiste en devolver el contenedor a origen una vez que ha sido vaciado por el receptor de la mercadería.

(B) Al igual que el punto A, esta estrategia también se trata de una operación de reposicionamiento de vacíos, pero la diferencia es que el contenedor vacío, queda almacenado en un depot, antes de ser enviado a la terminal portuaria para ser embarcado vacío para su reposicionamiento.

Esta estrategia supone transporte y manipulaciones de contenedores vacíos, pero es inevitable cuando existe un desequilibrio pronunciado entre las exportaciones y las importaciones, y se puede aplicar siempre y cuando la compañía naviera no haya tomado una decisión diferente desde el nivel internacional.

En la estrategia (A) si cuando el contenedor es vaciado por el receptor, importador, y coincide con que la compañía naviera dispone o va a disponer en breve de un buque con huecos para reposicionar contenedores vacíos a origen, la mejor opción es transportar ese contenedor directamente al terminal marítimo, y embarcar sin usar el almacén de la misma.

Mientras que si no se produce esta coincidencia, ese contenedor se verá obligado a usar un almacén donde esperar un futuro buque con huecos suficientes para reposicionar vacíos (B). Generalmente, el depot suele ser externo a la terminal debido a las congestiones que éstas presentan normalmente. El problema de usar los depósitos es que si sólo se va a usar como almacén y no se va a requerir de un servicio de valor añadido en los mismos, supone manipulaciones extras y un posterior acarreo de esos contenedores a las terminales.

2.1.2 MATCH BACK:

(C) Aquí se trata de reaprovechar el contenedor que ha llegado como importación para una posterior exportación luego de haber estado esperando en un almacén, de la misma terminal portuaria.

(D) En este caso, el contenedor, luego de haber sido vaciado por el importador es devuelto a un depósito de contenedores, antes de ser usado para una operación de exportación. Como se observa, la diferencia entre (C) y (D) es el lugar en donde el contenedor es almacenado antes de ser re utilizado en una exportación.

Esta estrategia es mejor que la de reposicionado ya que el contenedor siempre está en uso y cargado.

La ventaja de usar la terminal portuaria como almacén (C) es que si por algún motivo no surge la ocasión de reaprovechar el contenedor y se tiene que elegir por un reposicionado, se ahorra el costo de un traslado y manipulaciones extras desde el depósito de vacíos a la terminal. La desventaja es que al surgir el reaprovechamiento del contenedor, éste va a llegar al exportador en las mismas condiciones que lo dejara el importador anterior, sin poder haberlo revisado previamente por si presentara posibles deterioros que afecten a la seguridad del mismo o incluso precise de limpieza o mantenimiento. Utilizando como almacén intermedio la terminal portuaria, no se garantiza la calidad en el servicio. Para esto están los depósitos de contenedores vacíos, depots, que son los que ofrecen todos estos valores añadidos.

2.1.3 TRIANGULACIÓN:

(E) Esta opción se basa en reutilizar directamente el contenedor que ha llegado como importación para una inmediata exportación, sin tener que utilizar ningún depósito en el paso intermedio. Para que esta estrategia se pueda llevar a la práctica tienen que darse una serie de coincidencias en la operación de importación y la de exportación, como el tipo de contenedor, la compañía naviera, y que además, que no se precise ningún tipo de mantenimiento en el contenedor. Esta opción es la más económica para las compañías navieras ya que se ahorran traslados y almacenamientos. Sin embargo es la peor desde el punto de vista de servicio porque como en el caso del match back, es sin paso por depósito, y hay riesgo que el contenedor cuando llegue al cargador no esté en óptimas condiciones y pueda incluso ser rechazado por el mismo.

Luego del análisis de estas estrategias, se puede deducir que la estrategia de Match Back, es la más deseable desde el punto de vista de las compañías navieras ya que les permite eliminar los costos de Reposicionado.

Ahora bien, desde el punto de vista local o regional la Triangulación permite una reducción significativa en el costo de flete por el número de viajes o kilómetros recorridos en vacío por los transportes porta-contenedores.

Para el desarrollo del presente trabajo, la utilización de estrategias como el “Match Back” y las “Triangulaciones”, o bien una combinación de ambas, serían las alternativas para racionalizar el movimiento de contenedores vacíos.

Si bien estas estrategias están diseñadas para las compañías navieras, las mismas se pueden aplicar para la creación de una nueva figura que brinde este servicio de logística inversa.

Asimismo a estas estrategias mencionadas se le debería sumar la aplicación de sistemas basados en tecnologías de la información. Los mismos ocupan un papel central en la gestión de contenedores vacíos, ya que pueden facilitar el intercambio de información en tiempo real, como así también ofrecer la posibilidad de compartir información, para poder casar contenedores vacíos con mercadería de exportación y coordinar las operaciones. A través del uso de un software se pueden crear depósitos virtuales en los que se tiene información puntual y actualizada en tiempo real y estado de la carga y contenedores, donde se facilita la comunicación entre las diferentes partes involucradas.

2.2 FACTORES CLAVES PARA LA LOGÍSTICA INVERSA

En este apartado se analizan las regulaciones vigentes con respecto a los contenedores en cuanto a limpieza, desinfección, y seguridad de los mismos.

Para comenzar a analizar las regulaciones normativas en cuanto al uso del contenedor, se debe en primer lugar citar la **Convención Internacional sobre Seguridad de los Contenedores (CSC)**, ratificada por la Argentina con la **Ley Nacional 21.967**. Este Convenio Internacional sobre la Seguridad de los Contenedores, celebrado en Ginebra el 2 de diciembre de 1972, define al contenedor como un elemento del equipo de transporte, que no incluye los vehículos, ni los embalajes y carga los productos, mercaderías y artículos de cualquier clase transportados en ellos.

El artículo cuarto de este Convenio establece el tipo de pruebas e inspección a los cuales serán sometidos los contenedores y podrán ser aprobados para el tránsito internacional. En el anexo I de este convenio se detallan:

1. El propietario del contenedor cuidará de conservarlo en condiciones de seguridad.

2. El propietario de un contenedor aprobado examinará o hará que se examine el contenedor de conformidad con el procedimiento prescrito o aprobado por la Parte Contratante interesada, a intervalos apropiados según las condiciones de utilización. La fecha (mes y año) de expiración del plazo dentro del cual haya de someterse un contenedor nuevo a su primer examen deberá ir marcada en la placa de aprobación relativa a la seguridad.

3. La fecha (mes y año) de expiración del plazo dentro del cual el contenedor haya de someterse a nuevo examen deberá ir marcada claramente en éste, en la placa de aprobación relativa a la seguridad o lo más cerca posible de ella y de manera aceptable para la Parte Contratante que haya prescrito o aprobado el procedimiento correspondiente de conservación.

4. El intervalo entre la fecha de fabricación y la fecha del primer examen no deberá exceder cinco años. Los exámenes subsiguientes de contenedores nuevos y los reexámenes de contenedores existentes se efectuarán a intervalos que no excedan veinticuatro meses. En todos los exámenes se determinará si el contenedor tiene algún defecto que puede entrañar un riesgo para cualquier persona.

En cuanto a la higiene y seguridad del contenedor, no existe una regulación determinada, sino que se rige por los usos y costumbres.

A continuación se detallan estos usos y costumbres a los cuales los contenedores aptos para alimentos son sometidos, independientemente del agente marítimo de carga que se utilice.

El contenedor debe	Criterio de aceptación	Modo de inspección
Ser HERMÉTICO a la luz y al agua.	No debe observarse luz desde el interior del contenedor cuando las puertas se cierran por completo.	
No presentar AROMA / OLOR fuerte u ofensivo.	El contenedor no debe evidenciar ningún tipo de olor que una persona ubicada en su interior pueda percibir.	
No presentar MANCHAS TRANSFERIBLES en el PANEL.	Ausencia de manchas o si hubiera manchas en los paneles interiores del contenedor, estas no deben dar posibilidad a ser transferidas a la carga.	
No presentar MANCHAS TRANSFERIBLES en el PISO.	Ausencia de manchas, o si hubiera manchas en el piso, éstas no deben ser transferibles.	En caso de haber manchas, tocarlas con las manos limpias o presionar sobre estas con un papel absorbente y verificar que no se transfiera la mancha al papela o a las manos.
No presentar OXIDACIÓN sobre el PANEL INTERNO del contenedor.	Los contenedores con manchas concentradas de óxido son inaceptables. También son inaceptables las áreas con manchas múltiples en el mismo panel.	Si las manchas fuesen pocas, golpearlas para asegurarse que el panel no se perfora. Utilizar martillo blando, taco de madera o elemento similar.
No contener REPARACIONES riesgosas.	Ausencia de reparaciones o en caso de existir alguna, éstas se deben encontrar en buenas condiciones, cumpliendo las mismas condiciones de estanqueidad y robustez que la chapa original del contenedor.	Golpear las reparaciones con un martillo blando o con un taco de madera para asegurarse que no se perforan o que exista óxido en su interior. Revisar y prestar especial atención a las reparaciones en el techo, que es donde existe mayor posibilidad de filtración de agua.
No evidenciar CORROSIÓN en el marco de la PUERTAS donde se adaptan las juntas.	Ausencia de óxido. Específicamente, es inaceptable toda corrosión alrededor de las juntas de la puerta.	
No evidenciar signos de CONTAMINACIÓN, ATAQUE QUÍMICO ó MATERIAL PELIGROSO (IMO).	Ausencia.	Cuidadosamente debe inspeccionarse el interior del contenedor para garantizar que no quedan rastros de contaminación química, marcas de tambores en el piso, tornillos o separador central del piso corroídos, manchas concentradas en el piso o algún signo de derrame.

No tener RESIDUOS provenientes de cargamentos anteriores en el interior.	El contenedor debe estar libre de residuos provenientes de cargamentos previos.	
No tener CINTAS PEGAJOSAS en los paneles, ni rastros de ellas.	Ausencia.	
NO tener calcomanías IMO, ni CALCOMANÍAS identificadoras de carga peligrosa, ni rastros de ellas.	Ausencia.	
NO estar MOJADOS NI HÚMEDOS.	El piso del contenedor debe estar absolutamente seco y los paneles no deben ofrecer signos de condensación.	

Tabla 1.

Como se puede ver con la legislación vigente y por el tipo de contenedor a utilizar y los importadores y exportadores de los cuales se determinó la demanda y oferta, es factible la aplicación de estrategias de triangulación y match black.

2.3 HERRAMIENTA MATEMÁTICA- MODELO

Para el desarrollo del siguiente trabajo se buscará analizar una herramienta matemática que sirva como base para poder llevar a la práctica el modelo planteado como objetivo general del trabajo.

Dos modelos han sido desarrollados por los autores Boros, Lei, Zhao, and Zhong. Ambos tratan acerca de la devolución de contenedores vacíos. Del primero se desprende el segundo modelo que aplica la estrategia de triangulación, (explicada posteriormente).

El modelo matemático mencionado busca minimizar los costos totales, en un horizonte de planificación, en el manejo de contenedores vacíos, satisfaciendo la demanda correspondiente de los exportadores, ajustándola con la oferta de los importadores y los contenedores vacíos que arriban a la terminal portuaria desde otros puertos. Los costos totales incluyen, costos de transporte entre terminales, depósitos, exportadores e importadores, más costos de almacenamiento en los depósitos y terminales. La red de transporte incluye vínculos entre importadores y

terminales/depósitos, entre terminales/ depósitos y exportadores y entre terminales y depósitos.

El sistema operativo se puede describir siguiendo a un contenedor lleno (Carga FCL), que espera ser descargado por un importador. El contenedor vacío es transportado hacia una terminal o bien un depósito. En ciertas ocasiones, cuando se dan las condiciones óptimas, el contenedor vacío puede ser transportado a un exportador que tiene su mercadería lista para cargar. Esto es lo que se mencionó anteriormente bajo la estrategia de triangulación o street turn. Existen también algunas ocasiones en donde los contenedores vacíos provienen de aquellos que se encuentran almacenados en terminales o depósitos. En algunos casos, y para balancear el sistema, algunos contenedores vacíos necesitan ser importados o exportados a las terminales de/para otros puertos.

Los supuestos del modelo son:

1. Diferentes tipos de contenedores son utilizados.
2. En cada periodo de tiempo, el número de contenedores vacíos generados por un importador o que arriba a cualquier terminal desde otro puerto, es conocido.
3. En cada periodo de tiempo el número de contenedores vacíos requeridos por los exportadores y en las terminales para una exportación, es conocido.
4. Los contenedores vacíos son entregados a los exportadores en el periodo de tiempo en el cual los mismos son requeridos.
5. Los costos de transporte de contenedores vacíos son lineales.
6. Las capacidades de enlace del transporte son ilimitadas.
7. Los contenedores vacíos solo pueden ser almacenados en depósitos o terminales, pero no dentro de las instalaciones del importador o exportador.
8. Las terminales y los depósitos tienen una capacidad limitada de almacenamiento.
9. Los contenedores vacíos están siempre listos para ser usados.

Nomenclatura del modelo:

$c = 1, 2, \dots, C$ Consignatarios (Importadores)

$s = 1, 2, \dots, S$ Exportadores

$d=1,2,\dots, D$ Depósitos (Depots) de contenedores vacíos

$j=1,2,\dots, J$ Terminales portuarias

$t=1,2,\dots, T$ Periodos de tiempo

$r=1,2,\dots, R$ Tipos de contenedores

Demanda/Oferta

L_{tsr} : Cantidad de contenedores r vacíos para proveer al exportador s , en el periodo de tiempo t .

U_{tcr} : Cantidad de contenedores r vacíos provistos por el consignatario c periodo de tiempo t .

R_{tjr} : Cantidad de contenedores r vacíos importados por la terminal j en el periodo de tiempo t .

O_{tjr} : Cantidad de contenedores r vacíos exportados por la terminal j en el periodo de tiempo t .

Capacidad de almacenamiento:

I_{jr}^{Max} : Límite máximo de tipo r de contenedor vacío en stock en la terminal j .

I_{dr}^{Max} : Límite máximo de tipo r de contenedor vacío en stock en el depósito d .

I_{dr}^{Min} : Límite Mínimo de tipo r de contenedor vacío en stock en el depósito d .

Costos de almacenamiento

H_{jr} : Costo unitario de almacenamiento de contenedor tipo r en la terminal j .

H_{dr} : Costo unitario de almacenamiento de contenedor tipo r en el depósito d .

Costos de Transporte

α_{cjr} : Costo unitario de transporte del contenedor tipo r , desde el consignatario c hasta la terminal j .

β_{cdr} : Costo unitario de transporte del contenedor tipo r , desde el consignatario c hasta el depósito d .

γ_{jsr} : Costo unitario de transporte del contenedor tipo r , desde la terminal j , al exportador s .

δ_{drs} : Costo unitario de transporte del contenedor tipo r , desde el depósito d , al exportador s .

$\epsilon_{jj'r}$: Costo unitario de transporte del contenedor tipo r , desde la terminal j , a la terminal j' .

$\phi_{dd'r}$: Costo unitario de transporte del contenedor tipo r , desde el depósito d , al depósito d' .

μ_{jdr} : Costo unitario de transporte del contenedor tipo r , desde la terminal j , al depósito d .

Inventarios iniciales

I_{jr}^0 : Stock inicial de contenedor tipo r , en la terminal j .

I_{dr}^0 : Stock inicial de contenedor tipo r , en el depósito d .

Variables

X_{cjr}^t : Cantidad de contenedores tipo r suministrados por el consignatario c en el periodo de tiempo t , y asignado a la terminal j .

Z_{cdr}^t : Cantidad de contenedores tipo r suministrados por el consignatario c en el periodo de tiempo t , y asignado al depósito d .

Y_{jsr}^t : Cantidad de contenedores tipo r provistos por el exportador s , desde la terminal j , en el periodo de tiempo t .

W_{dsr}^t : Cantidad de contenedores tipo r provistos por el exportador s , desde el depósito d , en el periodo de tiempo t .

$V_{jj'r}^t$: Cantidad de contenedores del tipo r , movidos desde la terminal j a la terminal j' , en el periodo de tiempo t .

$q_{dd'r}^t$: Cantidad de contenedores del tipo r , movidos desde el depósito d al depósito d' , en el periodo de tiempo t .

P_{jdr}^t : Cantidad de contenedores del tipo r, movidos desde la terminal j al depósito d, en el periodo de tiempo t.

f_{djr}^t : Cantidad de contenedores del tipo r, movidos desde el depósito d a la terminal j', en el periodo de tiempo t.

I_{jr}^t : Cantidad de contenedores vacíos de tipo r, almacenados en la terminal j, en el periodo de tiempo t.

I_{dr}^t : Cantidad de contenedores vacíos de tipo r, almacenados en el depósito j, en el periodo de tiempo t.

La figura que sigue muestra todas las variables importantes de decisión y qué movimiento cada una de ellas capta. Las variables X y Z, representan el flujo de contenedores vacíos de importadores, luego de la descarga, hacia terminales y depósitos respectivamente. Análogamente, las variables Y y W muestran el flujo de contenedores vacíos de exportadores, para la carga, desde terminales y depósitos. Variables como la P y F captan el movimiento de contenedores vacíos en ambas direcciones, entre terminales y depósitos. También existen movimientos de contenedores vacíos entre terminales, variable V, y entre depósitos, variable Q. Finalmente se muestra la variable K, que representa el movimiento directo de vacíos entre importadores y exportadores. Esto es lo que se conoce como triangulación o street turn. Ésta es considerada como una extensión del modelo matemático a formular.

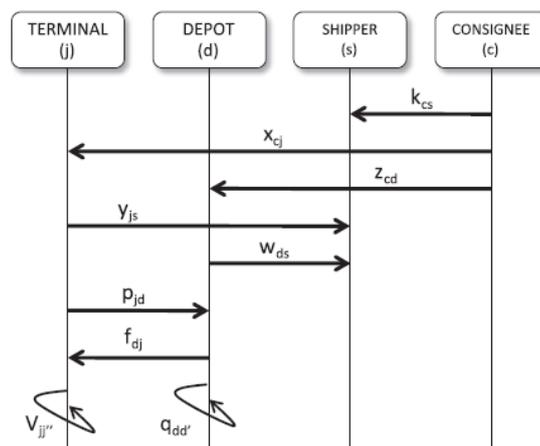


Figura 9.

S. Furio et al./Computers & Industrial Engineering 66 (2013)

La formulación del modelo, (sin considerar la triangulación) es la siguiente:

$$\begin{aligned}
 & \text{Minimize } \sum_t \sum_r \left[\sum_c \sum_j \alpha_{cjr} x_{cjr}^t + \sum_c \sum_d \beta_{cdr} z_{cdr}^t \right] \\
 & \quad + \sum_t \sum_r \left[\sum_j \sum_s \gamma_{jsr} y_{jsr}^t + \sum_d \sum_s \delta_{dsr} w_{dsr}^t \right] \\
 & \quad + \sum_t \sum_r \left[\sum_j \sum_f \varepsilon_{jfr} v_{jfr}^t + \sum_j \sum_d \mu_{jdr} p_{jdr}^t \right] \\
 & \quad + \sum_t \sum_r \left[\sum_d \sum_j \lambda_{djr} f_{djr}^t + \sum_d \sum_{d'} \varphi_{dd'r} q_{dd'r}^t \right] \\
 & \quad + \sum_t \sum_r \left[\sum_j h_{jr} I_{jr}^t + \sum_d \hat{h}_{dr} \hat{I}_{dr}^t \right] \\
 & \text{subject to } \sum_j x_{cjr}^t + \sum_d z_{cdr}^t = U_{tcr} \quad \forall t \forall c \forall r \quad (1) \\
 & \quad \sum_j y_{jsr}^t + \sum_d w_{dsr}^t = L_{tsr} \quad \forall t \forall s \forall r \quad (2) \\
 & \quad I_{jr}^t \leq I_{jr}^{\max} \quad \forall t \forall j \forall r \quad (3) \\
 & \quad \hat{I}_{dr}^{\min} \leq \hat{I}_{dr}^t \leq \hat{I}_{dr}^{\max} \quad \forall t \forall d \forall r \quad (4) \\
 & \quad I_{jr}^t = I_{jr}^{t-1} + R_{tjr} - O_{tjr} - \sum_s y_{jsr}^t - \sum_d p_{jdr}^t - \sum_f v_{jfr}^t + \sum_c x_{cjr}^t \\
 & \quad \quad + \sum_d f_{djr}^t + \sum_j v_{jfr}^t \quad \forall t \forall j \forall r \quad (5) \\
 & \quad \hat{I}_{dr}^t = \hat{I}_{dr}^{t-1} - \sum_s w_{dsr}^t - \sum_j f_{djr}^t - \sum_{d'} q_{dd'r}^t + \sum_c z_{cdr}^t + \sum_j p_{jdr}^t \\
 & \quad \quad + \sum_{d'} q_{d'dr}^t \quad \forall t \forall d \forall r \quad (6)
 \end{aligned}$$

La ecuación (1) asegura que el número de contenedores ofrecidos por operaciones de importación es igualado al número de contenedores enviados hacia importadores a depósitos y terminales. De acuerdo con la ecuación (2), el número de contenedores provistos por operaciones de exportación deben ser iguales al número de contenedores enviados desde terminales y depósitos. La ecuación (3) refleja que el stock de contenedores vacíos en terminales debe estar por debajo del límite superior establecido, y la ecuación (4) obliga que el stock de vacíos en depósitos debe estar entre los límites inferior y superior establecidos. Los puntos (5) y (6) representan el balance de los flujos de contenedores vacíos en las terminales y depósitos respectivamente.

Este modelo se puede extender y adaptar para permitir movimientos de triangulación o street turn entre importadores y exportadores. Este segundo modelo tiene en consideración el tiempo y el tipo de contenedor que se necesita para hacer coincidir operaciones de importación y exportación.

Como se observa, para esta extensión del modelo, son necesarias algunas nuevas variables. La variable K representa el número de contenedores de tipo r ofrecidas por el importador c en el periodo de tiempo t y ubicados directamente en el exportador s para cubrir una solicitud de operación de exportación, mientras que coeficiente del costo σ representa el costo unitario de transporte de vacíos para el tipo de contenedor r entre el importador c y el exportador s . La función del modelo incluye el siguiente término adicional:

$$\sum_t \sum_r \sum_c \sum_s \sigma_{csr} k_{csr}^t$$

Si bien los puntos (3) y (6) permanecen, cambian los puntos (1) y (2) por los siguientes:

$$\sum_j x_{cjr}^t + \sum_d z_{cdr}^t + \sum_s k_{csr}^t = U_{tcr} \quad \forall t \forall c \forall r \quad (7)$$

$$\sum_j y_{jsr}^t + \sum_d w_{dsr}^t + \sum_c k_{csr}^t = L_{tsr} \quad \forall t \forall s \forall r \quad (8)$$

3.GENERALIDADES DEL COMERCIO EXTERIOR

Luego de haber analizado conceptos macros, como las cadenas de suministro y la gestión de éstas y haber considerado las estrategias y definición de logística inversa, se realizará una breve introducción a los aspectos técnicos del comercio exterior, para que con la operatoria de una exportación y una importación pueda quedar más claro cómo se aplica este concepto de logística inversa de contenedores vacíos.

3.1 EXPORTACIÓN

En una exportación se pueden observar con claridad ciertos momentos cuya sucesión cronológica no es estricta. Algunos de los pasos a seguir para una exportación requieren que otro paso haya finalizado previamente, pero muchos otros se dan de manera simultánea. Se pueden enumerar estas etapas de la siguiente forma:

- a) Evaluación de la capacidad propia de producción;
- b) Identificación y análisis del mercado objetivo;
- c) Inscripción de la empresa en el Registro de Exportadores / Importadores;
- d) Determinación de la posición arancelaria del producto;
- e) Elección del canal de exportación;
- f) Determinación del precio real de exportación;
- g) Selección y contacto inicial con los potenciales importadores;
- h) Oferta;
- i) Cierre de la venta;
- j) Contratación del transporte y el seguro del flete;
- k) Emisión de los documentos;
- m) Llegada de la mercadería a destino;
- n) Actividades posteriores a la venta.

En el punto J, la decisión dependerá de la condición de venta pactada entre ambas partes. En el comercio internacional estas condiciones son definidas por los INCOTERMS², que son aquellos términos que precisan claramente cuáles son las obligaciones entre compradores y vendedores, dentro de un contrato internacional.

En el caso de las exportaciones argentinas, el Incoterm más utilizado es el FOB, (explicado en el apartado Incoterms). El mismo implica que el vendedor se debe hacer cargo de colocar el contenedor en la borda del buque, por lo que aquí nace la significancia de la logística local de contenedores hasta el lugar mencionado y la importancia de los costos de los mismos.

3.2 IMPORTACIÓN

En cuanto al proceso de una importación, el mismo carece de simplicidad y genera la necesidad de llevar a la práctica una serie de actividades ordenadamente:

- 1- Preparación: Esta etapa implica el análisis del Régimen aduanero local, para llevar a cabo la inscripción en los registros oficiales; Verificación de los valores de aranceles aduaneros, tributos fiscales, tasas de servicios, medios de pago internacionales, monedas aplicables, plazos para el ingreso de moneda en los dos países, Sistemas de financiación, Normas de apoyo o restrictivas que presenten los países, etc.
- 2- Compra: Aquí se su vez se incluyen varias sub etapas; Solicitudes de cotización para llegar a disponer de la mayor cantidad de datos para comparar y evaluar las ofertas; Emisión de la orden de compra (incluyendo las condiciones pactadas); Gestión bancaria para solicitar el instrumento de pago acordado entre las partes.
- 3- Importación propiamente dicha: En esta etapa se distinguen los siguientes momentos:
 - a. Embarque: Aún en casos de tratarse de una operación a cargo del exportador, el importador tenderá especialmente su fecha exacta de efectivización porque a esta fecha indica el momento en que se inician ciertos derechos y obligación es para ambas partes, según el INCOTERM elegido.
 - b. Arribo de la mercadería.

² Aduana Argentina. <http://www.aduanaargentina.com/it.php>

- c. Documentación: La factura que elabora el vendedor y el Documento de carga (B/L: Bill of Lading o Conocimiento de embarque) emitido por la empresa de transporte, son los documentos mínimos requeridos para efectuar toda la importación.

4- Despacho: Esta etapa se caracteriza por su simultaneidad con la etapa descripta previamente. Se procede a la nacionalización de la carga con el despacho de importación a consumo liberado por Aduana.

Los tiempos de importación se miden desde la colocación de la orden de compra en el exterior hasta el ingreso y la disponibilidad del inventario en destino. Durante este tiempo, en el cual la mercadería permanece en tránsito, intervienen importantes intermediarios cuyo desempeño conjunto definirá los tiempos de cada uno de los embarques. Entre ellos se puede mencionar, Proveedor del exterior, Transporte internacional y local, Aduana- Gobierno y Despachante de Aduanas.

Si los incoterms utilizados para una operación de importación pertenecen al grupo E o F (explicados en el siguiente apartado), el importador debe hacerse cargo del flete, es decir que esto implica la coordinación de la logística de la mercadería hasta su planta. Generalmente, el incoterm FOB, también es el más utilizado para las operaciones de importación, y de allí la importancia de devolución de vacíos para el caso de los importadores ubicados en el interior del país.

3.3 INCOTERMS

A continuación se detalla brevemente cada uno de ellos:

EXW (Ex-works, ex-factory, ex-warehouse, ex-mill)

El vendedor ha cumplido su obligación de entrega al poner la mercadería en su fábrica, taller, etc. a disposición del comprador. No es responsable ni de cargar la mercadería en el vehículo proporcionado por el comprador ni de despacharla de aduana para la exportación, salvo acuerdo en otro sentido. El comprador soporta todos los gastos y riesgos de retirar la mercadería desde el domicilio del vendedor hasta su destino final.

FCA (Free carrier-Franco Transportista - libre transportista)

El vendedor cumple con su obligación al poner la mercadería en el lugar fijado, a cargo del transportista, luego de su despacho de aduana para la

exportación. Si el comprador no ha fijado ningún punto específico, el vendedor puede elegir dentro de la zona estipulada el punto donde el transportista se hará cargo de la mercadería. Este término puede usarse con cualquier modo de transporte, incluido el multimodal.

FOB (Free on Board - Libre a bordo)

Va seguido del puerto de embarque, ej. F.O.B. Buenos Aires. Significa que la mercadería es puesta a bordo del barco con todos los gastos, derechos y riesgos a cargo del vendedor hasta que la mercadería haya pasado la borda del barco, con el flete excluido. Exige que el vendedor despache la mercadería de exportación. Este término puede usarse solamente para el transporte por mar o vías acuáticas interiores.

FAS (Free along side ship - Libre al costado del buque)

La abreviatura va seguida del nombre del puerto de embarque. El precio de la mercadería se entiende puesta a lo largo (costado) del navío en el puerto convenido, sobre el muelle o en barcazas, con todos los gastos y riesgos hasta dicho punto a cargo del vendedor. El comprador debe despachar la mercadería en aduana. Este término puede usarse solamente para el transporte por mar o vías acuáticas interiores.

CFR (Cost & Freight - Costo y Flete)

La abreviatura va seguida del nombre del puerto de destino. El precio comprende la mercadería puesta en puerto de destino, con flete pagado pero seguro no cubierto. El vendedor debe despachar la mercadería en Aduana y solamente puede usarse en el caso de transporte por mar o vías navegables interiores.

CIF (Cost, Insurance & Freight - Costo, Seguro y Flete)

La abreviatura va seguida del nombre del puerto de destino y el precio incluye la mercadería puesta en puerto de destino con flete pagado y seguro cubierto. El vendedor contrata el seguro y paga la prima correspondiente. El vendedor sólo está obligado a conseguir un seguro con cobertura mínima.

CPT (Carriage paid to -Transporte Pagado Hasta)

El vendedor paga el flete del transporte de la mercadería hasta el destino mencionado. El riesgo de pérdida o daño se transfiere del vendedor al comprador

cuando la mercadería ha sido entregada al transportista. El vendedor debe despachar la mercadería para su exportación.

CIP (Carriage and Insurance Paid to - Transporte y Seguro pagados hasta)

El vendedor tiene las mismas obligaciones que bajo CPT, pero además debe conseguir un seguro a su cargo.

DAF (Delivered at Frontier - Entregado en frontera)

El vendedor cumple con su obligación cuando entrega la mercadería, despachada en aduana, en el lugar convenido de la frontera pero antes de la aduana fronteriza del país colindante. Es fundamental indicar con precisión el punto de la frontera correspondiente.

DES (Delivered ex Ship - Entregada sobre buque)

El vendedor cumple con su obligación cuando pone la mercadería a disposición del comprador a bordo del buque en el puerto de destino, sin despacharla en aduana para la importación.

DEQ [Delivered ex Quay (Duty Paid) - Entregada en muelle (derechos pagados)]

El vendedor cumple con su obligación cuando pone la mercadería a disposición del comprador sobre el muelle en el puerto de destino convenido, despachada en aduana para la importación.

DDU (Delivered Duty Unpaid - Entregada derechos no pagados)

El vendedor cumple con su obligación cuando pone la mercadería a disposición del comprador en el lugar convenido en el país de importación. El vendedor asume todos los gastos y riesgos relacionados con la entrega de la mercadería hasta ese sitio (excluidos derechos, cargas oficiales e impuestos), así como de los gastos y riesgos de llevar a cabo las formalidades aduaneras.

DDP (Delivered Duty Paid - Entregada derechos pagados)

El vendedor asume las mismas obligaciones que en D.D.U. más los derechos, impuestos y cargas necesarias para llevar la mercadería hasta el lugar convenido

Al ser la condición FOB el Incoterm más utilizado a nivel mundial para las operaciones de compra-venta internacional, el valor del flete interno va a repercutir tanto en el precio de una exportación, ya que el mismo forma parte del FOB, como en una importación, debido a que éste forma parte del costo de nacionalización del producto. Es por ello la búsqueda de reducción de estos costos por medio de estrategias que permitan la optimización del sistema logístico.

V. METODOLOGIA

Luego de analizar el marco teórico del trabajo en el apartado anterior, se mencionarán en este capítulo los pasos a seguir para resolver la problemática planteada como objetivo del presente trabajo:

1. Definición de lugar de aplicación y de los actores intervinientes en el sistema del modelo a aplicar.
2. Recolección de datos para volcar en el sistema.
3. Ajuste del modelo de Boros, Lei, Zhao, and Zhong, a las características particulares del sistema y del lugar de aplicación definido.
4. Aplicación del modelo. Recopilación de datos, e interpretación de los mismos.

Definición de lugar de aplicación y de los actores intervinientes en el sistema del modelo a aplicar.

Para este trabajo en primer lugar se definirá cuál es el lugar de aplicación del modelo a implementar. Para ello se seleccionarán 6 empresas de las cuales se recolectará información para el desarrollo del presente trabajo. Éstas son:

IMPORTADOR 1(I1): RUBRO MOTOVEHICULOS

IMPORTADOR 2 (I2): RUBRO TRANSFORMADORES

IMPORTADOR 3 (I3): RUBRO AUTOPARTES

EXPORTADOR 1(E1):RUBRO MAQUINARIA AGRICOLA

EXPORTADOR 2(E2): RUBRO AUTOPARTES

EXPORTADOR 3 (E3): RUBRO HIERRO Y ACEROS

Estas empresas se encuentran ubicadas en la ciudad de Córdoba y de las mismas se analizarán la demanda y oferta semanal de contenedores de 20 y 40 pies, y su operatoria logística para el movimiento de los mismos.

La elección de las empresas mencionadas anteriormente, se debe principalmente a que las mismas no transportan productos alimenticios, por lo que las

operaciones de triangulación son más fáciles de aplicar, para el desarrollo del modelo de optimización.

A su vez se eligieron tres empresas importadoras y tres exportadoras por considerarse un número suficiente para la representación del modelo de optimización y para la simplificación del mismo.

Asimismo para el desarrollo de aplicación de este trabajo se seleccionó el puerto de Bs As, debido a que es el que maneja la mayoría de las operaciones de importaciones y exportaciones de Córdoba y de la mayoría de las provincias, por lo que se consideró el puerto más representativo.

Si bien el modelo de optimización que se pretende desarrollar se aplica para los importadores y exportadores de Córdoba capital, se busca que el mismo pueda luego extrapolarse al resto del universo de operadores a nivel provincial como así también a nivel nacional, dejando sentada como base el presente trabajo.

Recolección de datos para volcar en el sistema.

Se realizará una recopilación de datos para poder volcarlos en el sistema. Se determinarán distancias, costos de la operatoria actual, y el movimiento y flujos de contenedores de los actores elegidos para el presente trabajo.

Para ello se utilizarán las siguientes fuentes:

- CACEC³
- PROCORDOBA
- NOSIS
- TARIFAR
- CAENA⁴
- Puerto De Buenos Aires

Además se extraerá información de las empresas seleccionadas para el modelado de la nueva propuesta.

Ajuste del modelo de Boros, Lei, Zhao, and Zhong, a las características particulares del sistema y del lugar de aplicación definido.

Como en la actualidad no existe una herramienta metodológica específica para poder implementar, se utilizará como base un modelo matemático creado por Boros, Lei, Zhao, and Zhong, y explicada en el marco teórico. El objetivo de este modelo es la

³CACEC: Cámara de Comercio Exterior de Córdoba

búsqueda costes mínimos con la opción de movimientos de triangulación que permiten la disminución de éstos tanto para importadores como exportadores y que a su vez son de utilidad para las compañías navieras, ya que con los desbalances del comercio exterior muchas veces deben mover contenedores vacíos a diferentes puertos para ofrecer sus servicios en diferentes puntos geográficos.

Se tomarán en cuenta las variables de este modelo y se ajustarán a la propuesta a desarrollar para determinar las mejores opciones posibles para lograr una reducción de costo. Es decir los supuestos del modelo se adaptan al lugar de aplicación de la propuesta desarrollada, ya que la misma se utilizará para la ciudad de Córdoba y por ello no se tienen en cuenta distancias como las generadas entre terminales y depósitos o entre depósitos y fábricas. A su vez se adaptan a las características de la triangulación ya que ésta es la estrategia seleccionada para el modelo nuevo.

Aplicación del modelo. Recopilación de datos, e interpretación de los mismos.

Como último paso del trabajo se procederá a la aplicación de la propuesta de logística inversa. Con los datos recolectados se llevará a cabo por medio de Excel una simulación, y se tendrán en cuenta 500 semanas, de forma aleatoria. Para la misma se considerarán la demanda, oferta, stock y costos. Con esta simulación se obtendrá como resultado el nivel de servicio prestado, es decir la atención de la demanda y de la oferta para los dos tipos de contenedores de manera semanal, y se podrá observar en promedio, el resultado obtenido por semana, en pesos y porcentajes.

Por último se compararán los costos antes y después del modelo, y se analizará la reducción de los mismos, mostrando el impacto en éstos y las mejoras que se podrían generar por medio de esta propuesta, para que luego se pueda extrapolar al universo de importadores y exportadores de la provincia de Córdoba. Se busca sentar las bases para que en un futuro se pueda desarrollar un software que permita calcular matemáticamente la mejor opción posible.

⁴ CAENA: Asociación Cámara Argentina de Empresas Navieras y Armadores

VI. APLICACIÓN

4. MODELO DE OPTIMIZACIÓN

4.1 LUGAR DE APLICACIÓN

Para la aplicación del trabajo se realizará un ejemplo de la operatoria por medio de la cual se tomarán supuestos y se analizarán y compararán los costos de la actividad en la situación actual y en la propuesta desarrollada.

Se tomarán como ejemplo 6 empresas localizadas en la ciudad de Córdoba, tres de ellas dedicadas a la importación, mientras que las otras tres restantes a la exportación.

Importador 1: RUBRO AUTOPARTES **(I1)**

Importador 2: RUBRO TRANSFORMADORES **(I2)**

Importador 3: RUBRO MOTO VEHICULOS **(I3)**

Exportador 1: RUBRO AUTOPARTES**(E1)**

Exportador 2: RUBRO MAQUINARIA AGRICOLA **(E2)**

Exportador 3: RUBRO HIERRO Y ACEROS**(E3)**

RUBRO AUTOPARTES **(I1)**

Esta empresa se dedica a la importación de autopartes, siendo proveedora de importantes empresas autopartistas del mercado cordobés. La misma se ubica en la ciudad de Córdoba Capital. Los principales orígenes de sus importaciones provienen de Alemania y Francia, bajo condiciones EXW y FOB.

La utilización de contenedores a nivel semanal es de 2 contenedores de 20 pies, es decir que mensualmente utiliza 8 contenedores de 20", mientras que anualmente requiere 96 contenedores.

RUBRO TRANSFORMADORES (I2)

Ubicada en la ciudad de Córdoba, esta empresa mueve semanalmente una cantidad de 3 contenedores 20 pies y 2 de 40" dependiendo su origen. (Corea 20", China 40"). Es decir que mensualmente mueve 12 contenedores de 20" y 8 de 40", totalizando así 240 anuales, (144 contenedores de 20" y 96 de 40").

Su condición de compra, independientemente de su origen, es FOB.

RUBRO MOTO VEHICULOS (I3)

Esta empresa se dedica al ensamblado de motovehículos en la ciudad de Córdoba. Sus importaciones provienen en su totalidad desde China, y las condiciones pactadas son bajo el Incoterm FOB.

El volumen de contenedores que mueve esta organización de manera semanal es de 8 contenedores de 40, mientras que a nivel mensual ocupa 32, es decir que anualmente utiliza aproximadamente 384 contenedores de 40".

RUBRO AUTOPARTES (E1)

Esta empresa ubicada en la ciudad de Córdoba se dedica principalmente a la exportación de autopartes, con algunas importaciones esporádicas. Los principales países de destino de sus exportaciones son Brasil, Belarus, Polonia, Siria, Ecuador e India. La condición de venta pactada con sus compradores son condiciones FOB.

La demanda de contenedores por parte de la misma es de aproximadamente, 5 contenedores de 20 pies de manera semanal, es decir que esta empresa mueve mensualmente 20 contenedores, y al año un promedio de 240.

RUBRO MAQUINARIA AGRICOLA (E2)

Situada en la ciudad de Córdoba, esta empresa se dedica a la exportación de maquinaria agrícola a países como Estados Unidos, Alemania, Italia y Brasil, bajo la condición FOB y FCA.

Su volumen de contenedores a nivel semanal es de 5 contenedores de 40 pies, debido al tamaño de sus productos. Es decir que esta empresa requiere mensualmente una cantidad de 20 contenedores de 40" y anualmente 240 estimativamente.

RUBRO HIERRO Y ACEROS (E3)

Esta empresa ubicada en la ciudad de Córdoba, exporta semanalmente 5 contenedores de 40 pies, lo que implica que mueve mensualmente 20 contenedores, totalizando de manera anual 240. Los principales países de destino de sus exportaciones son Canadá, México y España.

Al igual que las otras dos empresas exportadoras previamente mencionadas, la principal condición de venta es FOB, excepto al mercado Español que vende bajo la condición CIF.

4.2 DATOS

De acuerdo a la información previamente descripta y a modo de resumen, el volumen de contenedores semanal de estas empresas, por tipo de contenedor es el siguiente:

	TIPO DE CONTENEDOR	
OPERADORES	20	40
E1	5	
E2		5
E3		5
I1	2	
I2	3	2
I3		8

Tabla 2.

De acuerdo a las estadísticas manejadas por el puerto de Buenos Aires⁵, durante el primer semestre del año 2014, el 52,6% de las cargas han provenido de las importaciones, y el 47,4% restante han tenido como destino la exportación. Durante todo el 2013, el 50,8% de las cargas han provenido de las importaciones, mientras que el 49,2% restante han tenido como destino la exportación. En este contexto, en el año 2013, el tráfico de importación tuvo un leve incremento del 3,4%, respecto al 2012.

Estos datos son importantes porque muestra el balance entre importaciones y exportaciones en cuanto a movimiento marítimo de contenedores se refiere, lo que hace suponer que la oferta y demanda de contenedores se muestra equilibrada.

⁵ Administración General de Puerto S.E.
<http://v1.puertobuenosaires.gob.ar/moduloGRAL.php?p=estadisticas>

A su vez el movimiento de contenedores llenos, llegó a alcanzar en el 2013 el 80% del volumen de contenedores, mientras que el 20% restante se correspondía al movimiento de vacíos.

A continuación se detallan los costos estimados provistos por CACEC, y por Centuaro (agente de carga), para los diferentes movimientos de contenedores.

Costos Semanales

Costo almacenamiento	\$455	Por contenedor
Envío al puerto	\$6.500	Por contenedor
Puerto Deposito o Fábrica	\$6.500	Por contenedor
Flete corto	\$1.000	Por contenedor
Costo carga/descarga	\$2.200	Por contenedor

Tabla 3.

Como flete corto se considera el trayecto interno del contenedor vacío desde las fábricas de los importadores hacia los exportadores. Como todos los participantes del modelo se ubican en la ciudad de Córdoba, las distancias entre cada operador no supera los 100 km. Aquí es importante aclarar que el costo de flete interno se considera como estándar, con un valor de \$ 1000. Ante la aplicación con empresas ubicadas a distancias mayores, el modelo contempla la diferenciación de costos de flete interno.

4.3 SUPUESTOS

Tal como se describió en el apartado anterior la estrategia a aplicar es la de triangulación ya que es la que permite una mayor reducción de costos. En base a ésta se realiza la aplicación del presente trabajo. Para esto se tomarán como base algunos de los supuestos del modelo descrito por Boros, Lei, Zhao, and Zhong, mientras que algunos otros son adaptados al presente trabajo:

- El traslado de vacíos del importador al exportador se realiza en el transcurso del día por encontrarse todos los operadores en la misma zona geográfica. Es de decir que los contenedores vacíos son entregados a los exportadores en el período de tiempo en el cual los mismos son requeridos.

- En cada periodo de tiempo, el número de contenedores vacíos generados por un importador es conocido.
- En cada periodo de tiempo el número de contenedores vacíos requeridos por los exportadores es conocido.
- Para este modelo se considerará como indistinta la naviera utilizada por cada operador, ya que se puede llegar a negociar con éstas para que se pueda utilizar un contenedor de una naviera y devolver con otra.
- Se considerará que los contenedores a utilizar por cada exportador se encuentran en óptimas condiciones para su uso. Es decir que los contenedores vacíos están siempre listos para ser usados.
- Se parte del supuesto de la disponibilidad de uso del contenedor una vez que el mismo se encuentra localizado en la fábrica del importador. No se considerarán los tiempos anteriores a este momento.
- El puerto que se tomará como base para el trabajo es el puerto de Buenos Aires.
- Los contenedores a utilizarse son sólo los contenedores estándares – Dry Van- de 20 y 40 pies.

De la herramienta tomada como base para el desarrollo del modelo no se consideran los movimientos de contenedores vacíos de importadores, luego de la descarga, hacia terminales y depósitos. Análogamente el movimiento de contenedores vacíos de exportadores, para la carga, desde terminales y depósitos tampoco son tomados en cuenta. Tampoco se consideran los movimientos de contenedores vacíos en ambas direcciones, entre terminales y depósitos.

Partiendo de los costos mencionados anteriormente y de los supuestos descriptos, se realiza una simulación de la operatoria de triangulación en Excel, tomando como referencia 500 semanas. Se considera esta cantidad de semanas porque es un equivalente a 10 años de estimación y se cree que es un tiempo considerado para la simulación propuesta.

A continuación, a modo de ejemplo, se esquematiza las operaciones de triangulación anteriormente descriptas.

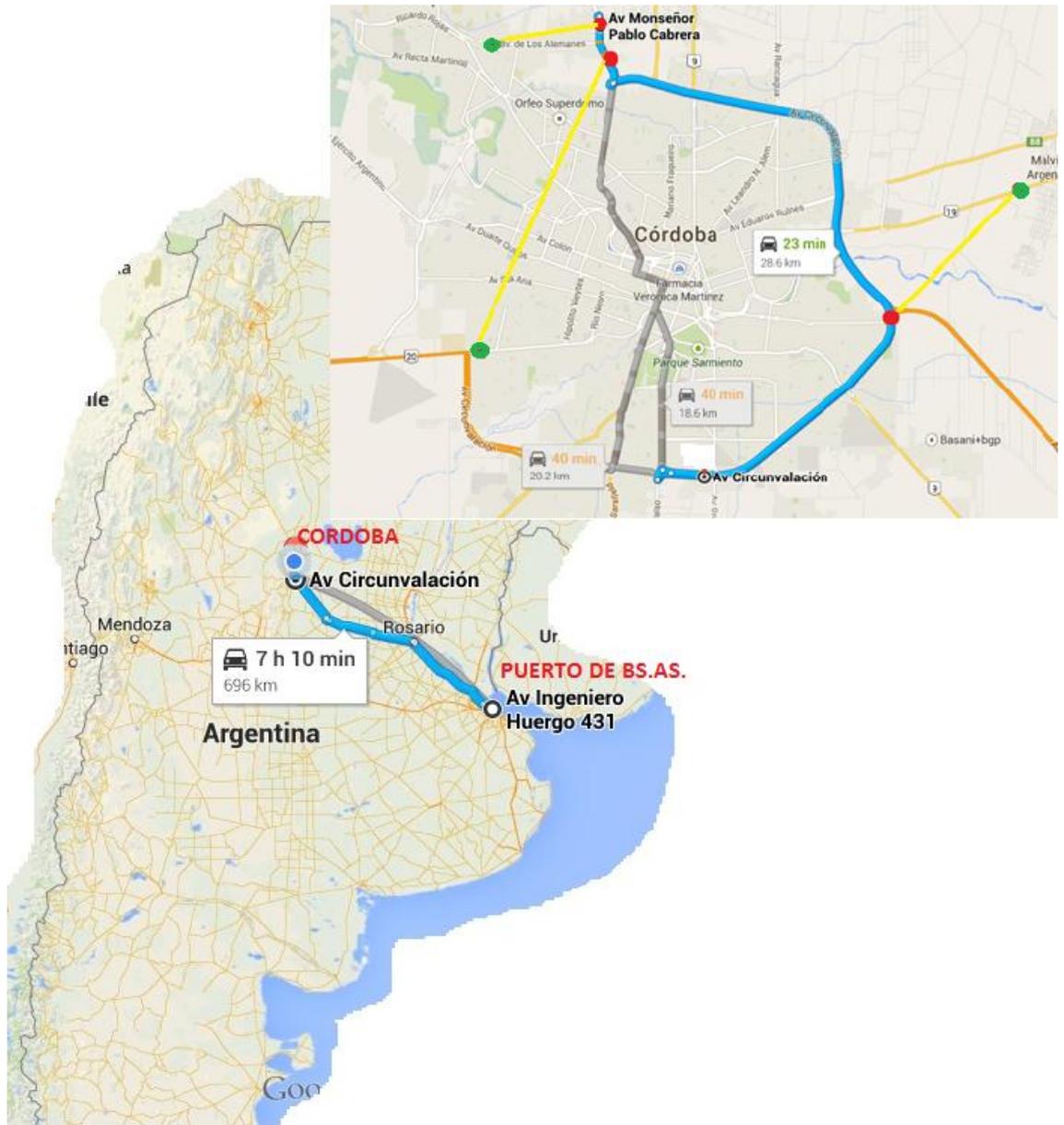


Figura 11

Mapa de Distribución. Elaboración Propia.

Los puntos en rojos representan a los importadores del sistema, mientras que los verdes a los exportadores. Las líneas amarillas muestran el recorrido del contenedor desde el importador al exportador. Las distancias son pequeñas por que el traslado se realiza entre importadores y exportadores ubicados dentro de la ciudad de Córdoba. Luego que los contenedores son cargados en las fabricas de los exportadores, se realiza el traslado de los mismo al puerto de Bs As. Para ser embarcados a los paises de destino.

4.4 RESULTADOS

4.4.1 RESULTADOS DEL SISTEMA

De la simulación mencionada se obtiene los siguientes resultados del nuevo sistema. Luego se explicará cómo impacta la aplicación de este en los costos de los importadores y exportadores.

Partiendo con un stock inicial de un contenedor de 20 pies y uno de 40 pies, se logra un nivel de servicio del 94,5%. Este valor surge del promedio entre los niveles de servicio de ambos tipos contenedores.

Nivel de Servicio global	
94,8%	
NS 20	NS 40
95,0%	99,6%

Tabla 4.

Al hablar de nivel de servicio, se hace referencia a la demanda y oferta de contenedores que se podría abastecer en el caso de implementación del sistema de triangulación.

Es importante aclarar que en la operatoria actual el monto promedio semanal de costo logístico es de \$457.611 y se corresponde a un promedio de 15 contenedores semanales. Con la simulación realizada se puede observar la diferencia que surge entre utilizar operaciones de triangulación con la operatoria diaria que actualmente se utiliza.

Diferencia	\$	%
Promedio	111.107	24,2%
Máxima	188.135	35,8%
Mínimo	47.290	11,2%

Tabla 5.

Como se observa de la tabla anterior, se obtiene una diferencia promedio del costo del 24,2% utilizando la estrategia ante descripta. Asimismo se calcularon las diferencias máximas y mínimas que se podrían obtener con este modelo. Es decir la diferencia de ahorro en costos entre implementar operaciones de triangulación y no hacerlo, es de \$111.107 en promedio semanalmente.

Como el modelo diseñado va generando datos aleatorios, los valores expresados son los tomados en un momento dado, pero luego de varias pruebas realizadas se observa un nivel de servicio entre un 90% y un 95%, con diferencias de costos promedios a favor del sistema nuevo, de entre un 20% y un 30%.

Este modelo simulado no tiene en cuenta las posibles interacciones que se podrían realizar en el caso de que no se contarán con contenedores disponibles para una triangulación, por lo que se considera que los valores obtenidos podrían incluso mejorar mediante la intervención y gestión en el sistema para proveer esta falta de contenedores. Es decir ante la falta de contenedores vacíos disponibles para la carga en las fábricas de los exportadores, los mismos se podrían traer desde el puerto, o desde algún depósito fiscal por medio de una gestión integral del sistema.

Con esta propuesta se considera por un lado la creación de una nueva figura que pueda ofrecer este servicio a los operadores del sistema, por eso se hablaba anteriormente de nivel de servicio. Por otro lado es importante reflejar como con una propuesta como la planteada, les permite a los importadores y exportadores reducir sus costos.

Para el análisis de costo no se toman en cuenta los costos posteriores a una importación ya que los mismos son comunes a cualquier importación, en cualquier condición, excepto la DDP. No se considerará este incoterm debido a que en la práctica es casi inutilizado por los importadores de nuestra provincia.

Para el caso de las exportaciones se debe mencionar que si la condición de venta es FOB, como lo es en la mayoría de los casos, la reducción en los costos de devolución de vacíos, van a influir en la composición del precio exportable, debido a que el valor FOB se compone de la siguiente manera:

- a) Coste total de la mercadería en depósito del Productor
- b) Embalaje y marcado para exportación
- c) Transporte y seguro hasta el muelle o lugar de carga**
- d) Despacho aduanero. Gastos de carga.
- e) Derechos y tasas a la exportación
- f) Documentos y trámites necesarios para la exportación

g) Gastos de entrega (manipuleo y carga).

h) Utilidad e impuestos.

Precio FOB

Esta reducción en el costo del transporte podría permitir a los exportadores ofrecer al mercado internacional un precio menor, al que actualmente está brindando, logrando una mejor competitividad en los mercados del exterior.

4.4.2 RESULTADOS PARA LOS OPERADORES

Para la comparativa de costos se tomará como base a una de las empresas importadora y otra exportadora, con el fin de reflejar los mismos y cómo impactan en cada una de estas empresas tomadas de ejemplo a lo largo de un año.

4.4.2.1 IMPORTADOR I1

Esta empresa realiza importaciones principalmente desde Alemania y Francia. Suponiendo que el contenedor llega a puerto y se le asigna un turno al mismo dentro de los 5 días hábiles desde la fecha de su arribo, no se incurrirán en costos de demoras en la terminal portuaria asignada. El traslado del contenedor hacia su fábrica y la devolución de vacío tiene un costo de \$ 13.000. A este valor se le debe sumar el costo de descarga del contenedor, que de acuerdo con los datos de la CACEC el mismo se calcula en \$2200 por contenedor, que es caso no se tienen en cuenta por ser costos comunes a cualquier importación/exportación y tampoco se consideran estadías en algún depósito fiscal, sino una nacionalización directa de la mercadería del contenedor. Es decir que el costo que incurre un importador para el nivel local, (flete terrestre), con los supuestos descritos, sin tener en cuenta los gastos de nacionalización de la mercadería, es de \$13.000 por operación. Si a esta operatoria le añadimos la propuesta de triangulación, los costos se reducen a \$ 7500, ya que se ahorra la devolución a puerto por lo que solo incurre en un valor de \$6500 de transporte terrestre, más un adicional de \$1000 por el considerado flete corto desde su planta a la de un exportador. (En este caso ubicado en la misma ciudad).

Este importador mueve dos contenedores de 20 pies de manera semanal, es decir que cuenta con 8 contenedores mensuales y 96 contenedores anuales aproximadamente. Por lo que si llevamos esta reducción de costos a nivel anual, sin la propuesta de optimización de vacíos, este importador tendría un costo de flete desde origen a su planta de \$1.248.000, mientras que con la opción de la triangulación, su

costo anual sería de \$ 720.000, es decir que su ahorro de costos sería anualmente de \$ 528.000, un 42% menos que su costo actual.

Esta misma reducción de costos se extrapola a los otros dos importadores analizados en este trabajo, y al resto de los importadores de la ciudad de Córdoba que utilicen este modelo propuesto.

4.4.2.2 EXPORTADOR E1

En el caso de un exportador, como se explicó anteriormente, el costo del transporte interno forma parte del precio FOB, es decir el precio por el cual una empresa compite a nivel internacional. Para demostrar el impacto que tiene poder ofrecerle al exportador una optimización de logística inversa se muestra a continuación dos tablas con la determinación del precio FOB con y sin triangulación.

Cálculo del Precio de Exportación Por Unidad			
Detalle	Importe en \$	Porcentaje	Base de Aplicación
Materias Primas Nacionales	10,00	-----	-----
Materias Primas Importadas	2,00	-----	CIF
Gastos de Importación (de MP Importadas)	0,36	18,00%	CIF
Mano de Obra Directa	0,50	-----	-----
Costo de Prefinanciación	0,20	-----	-----
Gastos de Administración	0,10	-----	-----
Gastos de Comercialización Externa	0,05	-----	-----
Gastos Indirectos de Fabricación	0,00	-----	-----
Gastos de Embalaje	0,01	-----	-----
Gastos de Transporte hasta el Puerto	2,60	-----	-----
Total Costos Fijos (en \$)	15,82	-----	-----
Comisión Representante de Ventas	1,63	5,00%	FOB
Comisión Despachante de Aduana	0,33	1,00%	FOB
Utilidad Neta	9,79	30,00%	FOB
Impuesto a las Ganancias	11,42	35,00%	Utilidad Bruta
Derecho de Exportación	1,63	5,00%	FOB
Reintegro Impositivo	1,96	6,00%	FOB
Utilidad Bruta	0,462	0,462	FOB
Precio de Exportación (Valor FOB en \$)	32,63		

Tabla 6.

Para poder armar esta tabla se tomaron los datos del exportador 1 como ejemplo. En los gastos de transporte hasta el puerto se tomaron los \$13.000 y se lo dividió por 5000 unidades que son las que entran en un contenedor de 20 pies.

El precio FOB al que el exportador ofrece su producto, en este caso es de \$32,63 en la operatoria habitual.

Si al mismo exportador se le ofreciera una operación de triangulación, el precio FOB sería el siguiente:

Cálculo del Precio de Exportación Por Unidad			
Detalle	Importe en \$	Porcentaje	Base de Aplicación
Materias Primas Nacionales	10,00	-----	-----
Materias Primas Importadas	2,00	-----	CIF
Gastos de Importación (de MP Importadas)	0,36	18,00%	CIF
Mano de Obra Directa	0,50	-----	-----
Costo de Prefinanciación	0,20	-----	-----
Gastos de Administración	0,10	-----	-----
Gastos de Comercialización Externa	0,05	-----	-----
Gastos Indirectos de Fabricación	0,00	-----	-----
Gastos de Embalaje	0,01	-----	-----
Gastos de Transporte hasta el Puerto	1,50	-----	-----
Total Costos Fijos (en \$)	14,72	-----	-----
Comisión Representante de Ventas	1,52	5,00%	FOB
Comisión Despachante de Aduana	0,30	1,00%	FOB
Utilidad Neta	9,11	30,00%	FOB
Impuesto a las Ganancias	10,63	35,00%	Utilidad Bruta
Derecho de Exportación	1,52	5,00%	FOB
Reintegro Impositivo	1,82	6,00%	FOB
Utilidad Bruta	0,462	0,462	FOB
Precio de Exportación (Valor FOB en \$)	30,38		

Tabla 7.

La diferencia en el precio FOB es de \$ 2,25. Es decir que este exportador puede llegar al mercado internacional ofreciendo un precio un 7% menos a lo que viene ofertándolo.

El cálculo de la Utilidad Bruta se determina: $U.B. = U.N * [1 + (I.G. / 1 - I.G.)]$

Mientras que la fórmula del precio FOB es la siguiente:

$$\text{FOB} = \frac{\text{C.F.} + (\text{Ri} * \text{CIF mpi})}{1 - (\text{C. Vtas.} + \text{C. Desp.} + \text{UB} + \text{D.E.}) + \text{Ri}}$$

Este exportador realiza 5 operaciones semanales de dos contenedores de 20 pies, es decir mueve 20 contenedores mensuales y 240 contenedores anuales

aproximadamente. Por lo que si llevamos esta reducción de costos a nivel local (flete terrestre) a nivel anual, sin la propuesta de optimización de vacíos, este exportador tendría un costo hasta el puerto de \$3.120.000, mientras que con la opción de la triangulación, su costo anual sería de \$ 1.800.000, es decir que su ahorro de costos sería anualmente de \$ 1.320.000, lo que significa un 42% menos que su costo actual en transporte interno.

Esta misma reducción de costos se extrapola a los otros dos exportadores analizados en este trabajo, y al resto de los exportadores de la ciudad de Córdoba que utilicen este modelo propuesto.

VII. CIERRE DEL PROYECTO

5. CONCLUSIONES FINALES

Con el presente trabajo se llevó a cabo una revisión bibliográfica por medio de la cual se determinaron cuáles son los factores que hacen posible aumentar la eficiencia en la adquisición y devolución de contenedores vacíos por medio de la logística inversa. Si bien se detectó la falta de información específica aplicada a esta temática, se pudieron analizar las posibles estrategias a seguir para lograr una mejora en el sistema actual, con las ventajas y desventajas de cada una de ellas, determinando que la triangulación es la más importante para lograr una reducción de costos en la operatoria actual, y por medio de ésta se realizó una simulación del modelo de optimización a través del cual se hallaron resultados significativos en cuanto a la reducción de costos en el nivel local.

Con este trabajo se desarrolló una propuesta de mejora a la problemática actual para los operadores del comercio exterior, por medio de la optimización en el uso de vacíos, con supuestos establecidos, con el fin de conseguir colaborar con este sector para lograr un determinado grado de competitividad en alguna arista del mismo.

De la simulación realizada cabe mencionar los resultados obtenidos. Para ello es necesario discriminar entre los resultados obtenidos a nivel sistema y los resultados obtenidos para los operadores.

En primer lugar, el sistema nuevo, es decir con la implementación de la triangulación, se pudo observar un ahorro de costos de flete interno promedio del 24,2% si se lo compara con el sistema actual.

Por el lado de los resultados de los operadores, se pudo observar que con la optimización de vacíos, tanto los importadores y exportadores del sistema pueden reducir un 42% sus costos a nivel anual, y que este ahorro en costos les permite a su vez a los exportadores ofrecer sus productos en los mercados internacionales un 7% por debajo de lo que lo vienen haciendo con la operatoria actual. Esto permite llegar a más mercados o bien poder alcanzar en los mercados actuales, una mayor competitividad.

Otro punto importante en el desarrollo de este trabajo final es que se dejaron sentadas como base una línea de trabajo que permite recopilar toda la información necesaria, (factores) y procesarla en un futuro a través del desarrollo de un software. Con la aplicación de éste se podrá mejorar la propuesta logrando aún, una mayor reducción de costos.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Frank L. Lewis (2008). Models for Cross-Border Land Transportation of Ocean Containers. Intelligent Freight Transportation. Boca Ratón. CRP Press: 72-85.

Sunil Chopra, Peter Meindl. (2008). Transporte en un cadena de suministro. Administración de la cadena de Suministro: Estrategia, operación y planeación. México. Pearson: 385-394

Mentzer, Dewitt, Keebler, Min, Nix, Smith, and Zacharia (2001). Revista de logística de negocio, Vol.22, No. 2,

Containerization International Yearbook (2012). Reefers on the slide. London, April.

Rodriguez JP. (2010). Transportation and the geographical and functional integration of global production networks. Growth and chain.

Drewry Shipping Consultants Limited (2010). Annual Review of Global Container Terminal Operators. Londres.

Eslava Sarmiento, Alexander (2013). Logística Inversa del contenedor de Importación y Exportación. Capítulo V

ANEXOS

Semana	Exportador 1		Exportador 2		Exportador 3		Total Demanda		Importador 1		Importador 2		Importador 3		Total Oferta		Stock Inicial		Saldo		NS 20	NS 40	NS	Costo Almacena	Costo de puerto si no	Costo carga/desca	Flete Interno	Costo envio a puerto	Costo envio a puerto	Total Costo Sistema	Total Costo Sistema	Diferencia \$	Diferencia %
	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40	20	40													
1	6		6		5	6	11	4	3	3	8	7	11	1	1	2	1	0	0	0	1.365	-	77.000	38.000	227.500	455.000	532.000	343.865	188.135	35,4%			
2	5		6		4	5	10	0	4	1	8	4	9	2	1	1	0	0	0	455	-	61.600	29.000	182.000	364.000	425.600	273.055	152.545	35,8%				
3	6		5		4	6	9	5	3	3	8	8	11	1	0	3	2	0	0	2.275	-	74.800	39.000	221.000	442.000	516.800	337.075	179.725	34,8%				
4	7		6		4	7	10	2	3	1	9	5	10	3	2	1	2	0	0	1.365	-	70.400	35.000	208.000	416.000	486.400	314.765	171.635	35,3%				
5	4		5		5	4	10	3	4	2	7	7	9	1	2	4	1	0	0	2.275	-	66.000	35.000	195.000	390.000	456.000	298.275	157.725	34,6%				
6	5		5		5	5	10	3	1	0	10	4	10	4	1	3	1	0	0	1.820	-	63.800	33.000	188.500	377.000	440.800	287.120	153.680	34,9%				
7	4		5		4	4	9	-1	2	2	7	1	9	3	1	0	1	0	0	455	-	50.600	24.000	149.500	299.000	349.600	224.555	125.045	35,8%				
8	6		6		5	6	11	1	2	1	8	3	9	0	1	-3	-1	1	1	-	52.000	63.800	25.000	162.500	377.000	440.800	303.300	137.500	31,2%				
9	6		4		4	6	8	2	3	2	8	5	10	0	0	-1	2	1	0	910	13.000	63.800	30.000	182.000	377.000	440.800	289.710	151.090	34,3%				
10	7		4		5	7	9	2	1	2	9	3	11	0	2	-4	4	1	0	1.820	52.000	66.000	30.000	169.000	390.000	456.000	318.820	137.180	30,1%				
11	5		6		6	5	12	2	2	2	8	4	10	0	4	-1	2	1	0	910	13.000	68.200	32.000	195.000	403.000	471.200	309.110	162.090	34,4%				
12	5		5		4	5	9	2	3	3	9	5	12	0	2	0	5	0	0	2.275	-	68.200	36.000	201.500	403.000	471.200	307.975	163.225	34,6%				
13	5		4		5	5	9	2	3	1	9	5	10	0	5	0	6	0	0	2.730	-	63.800	35.000	188.500	377.000	440.800	290.030	150.770	34,2%				
14	7		6		5	7	11	3	3	2	7	6	9	0	6	-1	4	1	0	1.820	13.000	72.600	36.000	208.000	429.000	501.600	331.420	170.180	33,9%				
15	4		4		6	4	10	2	1	4	8	3	12	0	4	-1	6	1	0	2.730	13.000	63.800	34.000	182.000	377.000	440.800	295.530	145.270	33,0%				
16	5		4		6	5	10	1	5	2	8	6	10	0	6	1	6	0	0	3.185	-	68.200	38.000	201.500	403.000	471.200	310.885	160.315	34,0%				
17	4		6		4	4	10	1	4	4	7	5	11	1	6	2	7	0	0	4.095	-	66.000	39.000	195.000	390.000	456.000	304.995	151.905	33,3%				
18	4		4		6	4	10	2	3	1	9	5	10	2	7	3	7	0	0	4.550	-	63.800	39.000	188.500	377.000	440.800	295.850	144.950	32,9%				
19	6		7		4	6	11	1	2	3	9	3	12	3	7	0	8	0	0	3.640	-	70.400	40.000	208.000	416.000	486.400	322.040	164.360	33,8%				
20	4		5		5	4	10	3	1	3	7	4	10	0	8	0	8	0	0	3.640	-	61.600	36.000	182.000	364.000	425.600	283.240	142.360	33,4%				
21	5		5		7	5	12	2	3	1	9	5	10	0	8	0	6	0	0	2.730	-	70.400	38.000	208.000	416.000	486.400	319.130	167.270	34,4%				
22	5		5		6	5	11	2	1	2	8	3	10	0	6	-2	5	1	0	2.275	26.000	63.800	32.000	175.500	377.000	440.800	299.575	141.225	32,0%				
23	6		4		5	6	9	2	0	3	10	2	13	0	5	-4	9	1	0	4.095	52.000	66.000	35.000	169.000	390.000	456.000	326.095	129.905	28,5%				
24	4		5		5	4	10	2	2	0	9	4	9	0	9	0	8	0	0	3.640	-	59.400	35.000	175.500	351.000	410.400	273.540	136.860	33,3%				
25	6		5		6	6	11	3	2	4	9	5	13	0	8	-1	10	1	0	4.550	13.000	77.000	44.000	221.000	455.000	532.000	359.550	172.450	32,4%				
26	4		6		4	4	10	3	3	2	8	6	10	0	10	2	10	0	0	5.460	-	66.000	42.000	195.000	390.000	456.000	308.460	147.540	32,4%				
27	3		6		4	3	10	1	4	2	7	5	9	2	10	4	9	0	0	5.915	-	59.400	40.000	175.500	351.000	410.400	280.815	129.585	31,6%				
28	6		5		3	6	8	2	4	-1	8	6	7	4	9	4	8	0	0	5.460	-	59.400	39.000	175.500	351.000	410.400	279.360	131.040	31,9%				
29	6		5		4	6	9	2	3	2	7	5	9	4	8	3	8	0	0	5.005	-	63.800	40.000	188.500	377.000	440.800	297.305	143.495	32,6%				
30	4		4		4	4	8	1	3	2	9	4	11	3	8	3	11	0	0	6.370	-	59.400	41.000	175.500	351.000	410.400	282.270	128.130	31,2%				
31	6		5		5	6	10	2	4	1	9	6	10	3	11	3	11	0	0	6.370	-	70.400	46.000	208.000	416.000	486.400	330.770	155.630	32,0%				
32	8		6		6	8	12	4	2	1	8	6	9	3	11	1	8	0	0	4.095	-	77.000	44.000	227.500	455.000	532.000	352.595	179.405	33,7%				
33	6		4		6	6	10	2	3	1	10	5	11	1	8	0	9	0	0	4.095	-	70.400	41.000	208.000	416.000	486.400	323.495	162.905	33,5%				
34	4		4		4	4	8	1	3	0	8	4	8	0	9	0	9	0	0	4.095	-	52.800	33.000	156.000	312.000	364.800	245.895	118.905	32,6%				
35	5		6		5	5	11	1	4	1	8	5	9	0	9	0	7	0	0	3.185	-	66.000	37.000	195.000	390.000	456.000	301.185	154.815	34,0%				
36	6		5		5	6	10	3	4	3	7	7	10	0	7	1	7	0	0	3.640	-	72.600	41.000	214.500	429.000	501.600	331.740	169.860	33,9%				
37	5		6		6	5	12	3	4	2	10	7	12	1	7	3	7	0	0	4.550	-	79.200	46.000	234.000	468.000	547.200	363.750	183.450	33,5%				
38	5		6		5	5	11	3	3	0	9	6	9	3	7	4	5	0	0	4.095	-	68.200	40.000	201.500	403.000	471.200	313.795	157.405	33,4%				
39	4		4		5	4	9	2	5	4	9	7	13	4	5	7	9	0	0	7.280	-	72.600	49.000	214.500	429.000	501.600	343.380	158.220	31,5%				
40	4		4		6	4	10	2	3	-1	9	5	8	7	9	8	7	0	0	6.825	-	59.400	42.000	175.500	351.000	410.400	283.725	126.675	30,9%				
41	5		5		5	5	10	3	1	0	7	4	7	8	7	7	4	0	0	5.005	-	57.200	37.000	169.000	338.000	395.200	268.205	126.995	32,1%				
42	5		4		6	5	10	1	1	1	8	2	9	7	4	4	3	0	0	3.185	-	57.200	33.000	169.000	338.000	395.200	262.385	132.815	33,6%				
43	4		4		7	4	11	1	3	2	8	4	10	4	3	4	2	0	0	2.730	-	63.800	35.000	188.500	377.000	440.800	290.030	150.770	34,2%				
44	5		6		7	5	13	2	4	1	7	6	8	4	2	5	-3	0	1	2.275	39.000	70.400	34.000	188.500	416.000	486.400	334.175	152.225	31,3%				
45	4		7		4	4	11	3	3	2	11	6	13	5	0	7	2	0	0	4.095	-	74.800	43.000	221.000	442.000	516.800	342.895	173.905	33,7%				
46	5		5		5	5	10	2	2	3	6	4	9	7	2	6	1	0	0	3.185	-	61.600	35.000	182.000	364.000	425.600	281.785	143.815	33,8%				
47	6		6		4	6	10	2	3	1	9	5	10	6	1	5	1	0	0	2.730	-	68.200	37.000	201.500	403.000	471.200	309.430	161.770	34,3%				
48	5		5		5	5	10	1	4	2	9	5	11	5	1	5	2	0	0	3.185	-	68.200	38.000	201.500	403.000	471.200	310.885	160.315	34,0%				
49	5		5		3	5	8	3	1	2	9	4	11	5	2	4	5	0	0	4.095	-	61.600	37.000	182.000	364.000	425.600	284.695	140.905	33,1%				
50	5		3		6	5	9	2	2	4	7	4	11	4	5	3	7	0	0	4.550	-	63.800	39.000	188.500	377.000	440.800	295.850	144.950	32,9%				

Modelo de Simulación