



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Centro Interdisciplinario de Posgrados

De Investigación

Escuela de Ingeniería

Maestría en Logística y Dirección de la Cadena de
Suministro

Logística inversa y administración de inventarios
aplicados a contenedores retornables para
proveedores de Bombardier Recreational
Products Querétaro S.A de CV

Presenta

Angel Cárdenas Suárez

Trabajo Terminal que para obtener el Grado de
Maestro
en Logística y Dirección de la Cadena de Suministro

Puebla, México.

Enero 2017



UPAEP – Secretaría General

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyla**

Tesis Digitales Restricciones de uso:

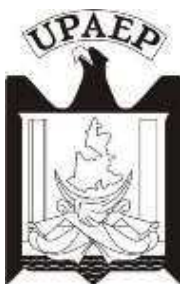
DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de textos, imágenes, gráficas, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Centro Interdisciplinario de Posgrados,

Investigación y Consultoría

Escuela de Ingeniería

Maestría en Logística y Dirección de la Cadena de Suministro

Se aprueba el Trabajo Terminal

Logística inversa y administración de inventarios aplicados a
contenedores retornables para proveedores de Bombardier
Recreational Products Querétaro S.A de CV

Comité de Revisión.

Dra. Patricia Cano Olivos
Tutor

Dr. José Luis Martínez Flores
Asesor

Dra. Diana Sánchez Partida
Asesor

Puebla, México.

Enero 2017



BRP Querétaro S.A. de C.V.

Av. Ferrocarril No. 202
Parque Industrial Querétaro
Santa Rosa Jauregui
Querétaro, Qro. México 76220
www.brp.com

Noviembre 30, 2016.

A QUIEN CORRESPONDA

Presente

Por medio de la presente hago constar que el Ing. Angel Cárdenas Suárez realizó su proyecto de titulación de Maestría en Logística y Dirección de la Cadena de Suministro, titulado ***"Logística de reversa y administración de inventarios aplicados a contenedores retornables para proveedores de BRP"*** en el área de Centro Logístico de la empresa BRP Querétaro.

Quedo a su entera disposición para cualquier aclaración o ampliación que consideren procedente.

Atentamente

Nicholas St-Onge

Coordinador de Transportación & Centro Logístico

BRP Querétaro S.A. de C.V.

Ph: +52 (442) 256 4242

St-Onge
Lynn
Bee-Do
Evinrude
Johnson
Polaris
Can-Am

Resumen

La empresa Bombardier Recreational Products Querétaro S.A de C.V no cuenta con un proceso robusto de administración de inventarios de equipo vacío dentro del almacén lo cual no permite programar los envíos de retornables en el momento adecuado y con las cantidades necesarias por tipo de contenedor a los proveedores nacionales de la división de negocio de motores (Rotax) y/o desabastecimiento para que puedan embarcar utilizando los retornables propiedad de BRP lo que ha originado costos más altos de embarque de manera expeditada o con subutilización de transporte a las regiones norte y centro del país.

El objetivo general es minimizar los costos en un 50% del envío de retornables a proveedores nacionales a partir de una efectiva administración de inventarios, que permitirá disminuir tanto los faltantes o excesos de inventario como las frecuencias de envíos y a su vez la liberación de espacios asignados al almacén, mismos que podrán aprovecharse para otras actividades.

El resultado de las consolidaciones favorece en la reducción de costos de transportes en donde se puede cambiar el esquema actual que tiene la empresa, la propuesta es que una sola entidad sea la responsable de la planeación de todos los retornables de los proveedores.

Abstract

BRP Queretaro doesn't have a strong process for empty dunnage management inside their warehouse that is affecting their scheduling in the correct moment and with the correct quantities needed per container type to the intra-México suppliers of Rotax division and/or not fulfill not enough containers that have caused higher transportation costs for ship via expedite mode or with less capacity to the north and center regions locations of Mexico.

General objective was set to minimize the transportation cost in 20% of returnable containers to Intra-Mexico suppliers based on an efficient inventory management that will allow decrease the lack or exceed of inventory and also the shipments frequencies in consequence we will get the release of 50% of the current area assigned in the warehouse and to be reused for productive purposes.

Agradecimientos

A mi madre que ha sido siempre mi ejemplo a seguir y por haber hecho de mí una persona que nunca deja morir sus sueños.

A mi padre, porque desde la distancia está conmigo, le dedico cada logro que consiga.

A la Dra. Patricia Cano, mi asesora de tesis por su invaluable apoyo y orientación para culminar este proyecto.

Por último agradezco a mi esposa, por ser mi fortaleza y mi motor cada día, por su comprensión y apoyo brindado sin el cual no hubiera realizado la maestría.

Índice General

Introducción.....	8
Objetivos	8
Caso de estudio	14
Conclusiones.....	28
Trabajo futuro.....	30
I. Referencias.....	30
II. Anexos.....	31

Índice de tablas

Tabla 1	15
Tabla 2	18
Tabla 3	20
Tabla 4	21
Tabla 5	23
Tabla 6	24
Tabla 7	25
Tabla 8	26

Índice de Gráficas o Figuras

Figura 1	8
Figura 2	8
Figura 3	14
Figura 4	15
Figura 5	15
Gráfica 1.....	16
Figura 6	17
Figura 7	18
Figura 8	22
Figura 9	22
Figura 10	23
Figura 11	26
Figura 12	¡Error! Marcador no definido.8
Figura 13	29
Figura 14	29

Introducción

BRP es líder mundial en el diseño, la fabricación, la distribución y la comercialización de motores y vehículos recreativos para el uso en deportes motorizados. Con una tradición histórica de 70 años de excelencia y sede central en la ciudad canadiense de Valcourt y Quebec. BRP cuenta con instalaciones de fabricación en Canadá, Estados Unidos, México, Finlandia, Austria y una plantilla global de más de 6.000 personas.



Fig. 1 Planta BRP Querétaro

Los productos buscan proporcionar a los usuarios de los deportes motorizados experiencias únicas, más seguras, responsables y respetuosas con el medio ambiente y de las comunidades en que residen.

Los productos de BRP (motos acuáticas) se distribuyen en más de 100 países y 3 continentes a través de más de 4,200 concesionarios y distribuidores.



Fig. 2 Motos acuáticas Sea-Doo producidas en BRP Querétaro

Justificación del proyecto:

Derivado de los altos costos al mes por concepto de transporte y por la necesidad de optimizar los espacios físicos utilizados por el almacén, se requieren desarrollar estrategias que permitan disminuir costos de transporte y mejorar la administración de los almacenes e inventarios en base a consolidar envíos con proveedores que están en una misma región con el objetivo de que la cadena de suministro no sea impactada por la falta de empaque retornable.

Alcances y limitaciones:

Este proyecto está enfocado en la planta de Querétaro, México en donde se ensamblan los motores Rotax, transmisiones para vehículos todo terreno Can-Am, motos acuáticas Sea-Doo Spark, cascos y cubiertas.

Se analizará solamente el proceso general de manejo de inventario de retornables para los proveedores de Rotax (motores) dentro del almacén de BRP Querétaro de los contenedores M62, M64, M66, M68, M69 y empaque de BRP Juárez.

Planteamiento del problema:

En la empresa BRP Querétaro no cuenta con un proceso robusto de administración de inventarios de equipo vacío dentro del almacén, lo cual no permite programar los envíos de retornables de forma consolidada en el momento adecuado y con las cantidades necesarias a los proveedores nacionales de la división de negocio de motores (Rotax) esto origina en la cadena de suministro un desabastecimiento al momento de embarcar con los retornables propiedad de BRP y ha originado costos más altos de embarque de manera expeditada o con subutilización de transporte a las regiones norte y centro del país.

Objetivo del proyecto

Minimizar 20% los costos de envío de retornables a proveedores nacionales a partir de una efectiva administración de inventarios, que permita disminuir tanto los faltantes o excesos de inventario como las frecuencias de envíos así como la liberación de espacios asignados al almacén, mismos que podrán aprovecharse para otras actividades.

Objetivos específicos:

1. Manejar eficientemente la administración de inventarios de equipo vacío para cubrir los requerimientos de producción semanales de los proveedores.
2. Liberar al menos 50 m² en el almacén a través de la eficiente administración de los contenedores tipo M69 en el área de retornables.

Marco teórico

Las empresas valoran cada vez más los espacios que usan dentro del almacén, ya que es necesario contar con una estrategia para cada tipo de materiales que ingresan dentro sus instalaciones debido a que tienen diferente velocidad de consumo, rotación, costo, espacio requerido, etc.

El departamento de logística y almacén al trabajar en conjunto pueden identificar la manera más eficiente que maximice los espacios utilizados en el almacén y al mismo tiempo ofrezca las soluciones óptimas para el manejo de los materiales.

El costo de mantener inventario resulta de guardar o mantener artículos durante un periodo y son bastantes proporcionales a la cantidad promedio de artículos disponibles. Estos costos pueden ser considerados en cuatro clases: costos de espacio, costos de capital, costos de servicios de inventarios y costos de riesgo de inventario.¹¹

En el manejo de equipo vacío o retornable se destina usualmente el espacio que no considera una organización como esencial en mucho de los casos debido a que los costos que involucran considerarlos dentro del espacio interno de un almacén conducen a disminuir las áreas que pueden ser usadas para actividades productivas o de otro tipo.

Los costos de espacio son cargos hechos por el uso de volumen dentro del edificio de almacenamiento. Cuando este espacio es rentado, las tasas de almacenamiento se cargan normalmente por peso durante un periodo, por ejemplo, \$/cwt/mes. Si mediante la distribución de los costos de operación relacionados con el espacio (como calefacción y luz), así como los costos fijos, como costos de equipo del edificio y del almacenamiento sobre una base de volumen almacenado. Los costos de espacio son irrelevantes cuando se calculan los costos de manejo de inventario en tránsito.¹

La mayoría de las organizaciones buscan diferentes ventajas que le pueden proporcionar los espacios que son utilizados dentro del almacén:

1. Almacenamiento lo menos costoso posible que con renta o arrendado, especialmente si hay gran utilización de la instalación durante la mayor parte del tiempo.
2. Mayor grado de control sobre las operaciones de almacenamiento, lo cual ayuda a asegurar un almacenamiento eficiente y un alto nivel de servicio.
3. La propiedad privada puede ser la única alternativa práctica cuando el producto requiere personal y equipo especializado, como productos farmacéuticos y ciertos productos químicos.
4. Los beneficios que resultan de la posesión de un bien inmueble.
5. El espacio puede modificarse para otros usos en un tiempo futuro, como instalaciones de manufactura.²

¹ Ballou, R.H (2004): *Logística Administración de la cadena de suministro*. Naucalpan de Juárez, México: Pearson

² Ballou, R.H (2004): *Logística Administración de la cadena de suministro*. Naucalpan de Juárez, México: Pearson

6. El espacio puede servir como base para una oficina de ventas, flota de camiones privada, departamento de tráfico o departamento de compras.³

Cuando las empresas deciden tener el control de almacén, es decir no tercerizar ni ofrecerlo a un servicio de 3PL deben por sus propios medios ser lo más eficientes posibles y para ello se requiere que se tenga flexibilidad en todas las áreas internas para poder ser utilizadas para diferentes fines de acuerdo al plan estratégico de distribución externa y logística interna.

El hecho de tener opciones dentro de las áreas internas facilita hacer cambios de layout convenientes para la propia operación ya que puede reducir favorablemente los tiempos de traslados de los materiales desde el almacén hasta las líneas de producción ya sea mediante estudios de tiempos y movimientos o modificando locaciones de almacén que permitan accesibilidad y eficiencia.

El flujo de los materiales puede ser usado a favor de las operaciones en el momento en que se reducen movimientos innecesarios o actividades que no agregan valor en operaciones internas del almacén.

El inventario también tiene un impacto significativo en el tiempo de flujo de materiales en la cadena de suministro. Éste es el tiempo el cual el material pasa en la cadena de suministro y el momento en el que sale. Para una cadena, el rendimiento es la tasa a la cual ocurre la venta.

El inventario y el tiempo de flujo son sinónimos en una cadena de suministro ya que el rendimiento con frecuencia está determinado por la demanda del cliente. Los gerentes deberán tomar acciones que disminuyan la cantidad de inventario necesario sin incrementar el costo o reducir la capacidad de respuesta, ya que en un tiempo de flujo reducido puede ser una ventaja significativa en la cadena.⁴

La concepción de la gestión de la cadena de suministro inversa se deriva directamente de la teoría económica enunciada a mediados de los años cincuenta del siglo XX por John Forbes Nash: "Un sistema económico alcanza su máximo grado de eficiencia cuando las partes que lo componen lo buscan para ellas, al tiempo que lo hacen para el conjunto de las partes que lo forman".

Por logística inversa se conoce el proceso de planificar, implantar y controlar el flujo de productos desde el punto de consumo hasta el punto de origen de una forma eficiente, con el propósito de recuperar su valor o el de la propia devolución.

La logística inversa gestiona el retorno de las mercancías en la cadena de suministro, de la forma más efectiva y rentable posible; la recuperación y el reciclaje de envases, embalajes y residuos peligrosos, así como los mecanismos de excesos de inventarios, devoluciones de clientes, productos obsoletos en inventarios estacionales.⁵

³ Ballou, R.H (2004): *Logística Administración de la cadena de suministro*. Naucalpan de Juárez, México: Pearson

⁴ Chopra, S y Meindel P (2008): *Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación*. Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación

⁵ Bastos A.I. (2007): *Distribución Logística y comercial*. Vigo, España: Ideaspropias

El concepto de gestión de la cadena de suministro inversa ha aportado una base científica a los profesionales y estudiosos de la logística, en particular de la logística inversa, que hasta su aparición era, por así decirlo, más o menos de “buenas prácticas de gestión”, y se complementaba en muchos casos con nociones y modelos provenientes de la investigación operativa dentro del ámbito general de las operaciones.

⁶

Por lo anteriormente mencionado el propósito del proyecto es que la empresa BRP puede desarrollar una estrategia de logística de reversa exitosa la cual le permitirá obtener beneficios tales como reducción en el costo de transportación, uso de espacio interno y optimización en el manejo de materiales.

El proyecto busca explorar el uso de la logística inversa como medio para modificar los espacios internos que se tienen dentro del almacén, ajustando el layout correspondiente al área destinada al almacenamiento de equipo vacío o retornable mediante el uso de una administración eficiente y obteniendo espacio adicional que pueda ser aprovechado para propósitos de manufactura.

La consolidación de envíos es primordial para la realización del proyecto debido a que se busca dejar de embarcar mediante un medio de transporte consolidado materiales que pueden ser sujetos a optimizaciones y ubicarse en un mismo embarque, mediante el uso de método de la planeación de requerimientos de materiales se pueden obtener las cantidades necesarias requeridas para los proveedores y con esto minimizar el costo de transportación.

De la misma forma cada vez que existe un embarque es planeado anticipadamente de manera que la distribución en el trabajo en el almacén es controlada y no existen requerimientos de embarque de forma expeditada, las cantidades de cada tipo de contenedor van directamente ligadas con los requerimientos de producción de cada semana y las frecuencias pueden ser definidas y sujetas a días y horarios específicos.

Las operaciones de transporte se dividen en dos etapas:

- Estáticas o de preparación. Comprende consolidación o grupaje, protección de la mercancía (envase y embalaje); estiba o colocación dentro de los vehículos; almacenaje, cuando sea necesario, en almacenes de tránsito; protección jurídica-económica de vehículos, mercancías y responsabilidad civil, mediante el correspondiente contrato de seguro.
- Dinámica o de movimiento. Es la que se realiza con los vehículos utilizados durante el trayecto; para que la operación tenga éxito se deben tener en cuenta las características técnicas de los medios de transporte (limitaciones de capacidad, dimensiones y compatibilidad con la mercancía) y las formas de gestión comercial, en función de los volúmenes a transportar.⁷

⁶ Cabeza, D. (2012): *Logística inversa en la gestión de la cadena de suministro*. Barcelona, España: Marge Books

⁷ Escudero, J. (2015): *Técnicas de almacén*. Madrid, España: Paraninfo

Consolidación de mercancías consiste en agrupar, en la zona de expedición, las mercancías preparadas en diferentes zonas de “picking” y se pueden hacer por cliente y por destinos. La consolidación por clientes consiste en agrupar los pedidos de un cliente en un envío único. Se agrupan varias líneas de producto o varios pedidos del mismo cliente.

La agrupación por destinos consiste en agrupar los pedidos de varios clientes que se encuentran en la misma ruta de transporte. Por ejemplo, cuando debemos entregar mercancía a tres clientes, que se encuentran en la misma ruta, agrupando mercancías disminuyen los costos de transportación al utilizar el mismo vehículo y repartir los gastos totales entre los tres clientes.⁸

Es importante entender que cuando se elige cualquiera de las dos modalidades es muy importante considerar que el porcentaje de utilización del transporte nos dará la pauta para identificar si las cargas están siendo optimizadas o existe una oportunidad para poder incluir paradas adicionales en caso de que resulte económicamente viable.

Se consideraron las siguientes características de los contenedores retornables con el fin de poder hacer un análisis que permita identificar el espacio requerido dentro del almacén:

- Cantidad que recibiremos en cada suministro y frecuencia del mismo: diario, semanal, quincenal, mensual.
- Características de las mercancías a almacenar: forma tamaño, peso, propiedades físicas.
- Carga máxima de los medios de transporte externos, los equipos disponibles para el transporte interno y el tiempo necesario para cada operación.
- Unidades máximas y mínimas de cada uno de los productos, en función de las necesidades y capacidad de almacenamiento.

⁸ Escudero, J. (2015): *Técnicas de almacén*. Madrid, España: Paraninfo.

Caso de estudio

Análisis de la situación

Se analizó la forma en que actualmente funcionaba el proceso de envíos de retornables o equipo vacío, los cuales eran pedidos por los planeadores de materiales del área de Rotax, este proceso se realizaba sin un estándar que definiera las necesidades de envío de retornables a los proveedores pues no estaba ligado directamente a la demanda y niveles de inventario disponibles.

Por otro lado el planeador es el único responsable del envío del equipo vacío hacia el proveedor que le fue asignado, dada esta situación da origen a una alta frecuencia de envíos a un mismo proveedor basado solamente en el inventario disponible del almacén de BRP, pues el transporte no tenía restricciones para ser utilizado por lo tanto no se analizaban los altos costos de envío.

INFORMACION GENERAL CONTENEDORES						
Cont.	Proveedor	Planeador	#parte	Descripcion	SNP	Inventario
M62	SAMM	Ana Lilia Bustamante	222892	CONNECTION SOCKET	60	32
M64	Bocar Lerma	Ana Lilia Bustamante	911775	ENGINE BRACKET FRONT EXH	48	66
			222691	THERMOSTAT COVER	180	
			874901	FUEL RAIL	180	
	Deltaplast	Hector Gomez	236582	CHAIN GUIDE	120	
			236583	CHAIN GUIDE	120	
			922155	THERMOSTAT COVER	150	
	SAMM	Ana Lilia Bustamante	210644	OIL PUMP COVER	216	
			612132	OIL FILTER COVER	48	
PADS M64	SAMM	Ana Lilia Bustamante	N/A	PADS M64 COLOR VERDE	9/7	490
M66	Deltaplast	Hector Gomez	610393	VALVE COVER	24	1389
	Bocar Lerma	Ana Lilia Bustamante	911770	Engine Bracket Front Inl	55	
			911780	Engine Bracket Rear Inl	27	
			911785	Engine Bracket Rear Exh	27	
	Aumatec	Ana Lilia Bustamante	611223	BEARING COVER	72	
	SAMM	Ana Lilia Bustamante	611226	BEARING COVER	72	
M66 Charola PTO Cover	Bocar Coyoacan	Ana Lilia Bustamante	911680	PTO Cover	30	5
M68	SAMM	Ana Lilia Bustamante	212380	BEARING COVER	32	48
			212390	GEAR BOX COVER	36	
	Thermotech	Gabriel Rubi	667581	AIR INTAKE MANIFOLD	20	456
	PKC	Angel Cárdenas				
M68 Celdado Oil Sump Negro	Bocar Lerma	Ana Lilia Bustamante	911502	OIL SUMP	13	33
M68 Celdado PTO Cover Verde	SAMM	Ana Lilia Bustamante	612330	PTO COVER	15	68
M69	Elring Klinger	Hector Gomez	867366	AIR BOX ASSY	84	221
M69 Celdado Variator Blanco	Thermotech	Gabriel Rubi	612465	VARIATOR COVER	24	0

Figura 3. Información de inventario disponible por tipo de contenedor y proveedor

En La figura 4 se muestra el formato de envíos de contenedores por parte de planeación, esta solicitud se realizaba sin previo análisis, una vez recibida la solicitud en el área de retornables se preparan los contenedores y son enviados en el transporte que se considera adecuado.

Fecha	8/17/2016			
Planeador	Gustavo Uribe			
Fecha de Recoleccion	Tipo de Contenedor	Cantidad	Origen	Destino
8/19/2016	M66	72	BRP Queretaro	Deltaplast
8/19/2016	M64	0	BRP Queretaro	Deltaplast

Figura 4. Formato de solicitud de envío

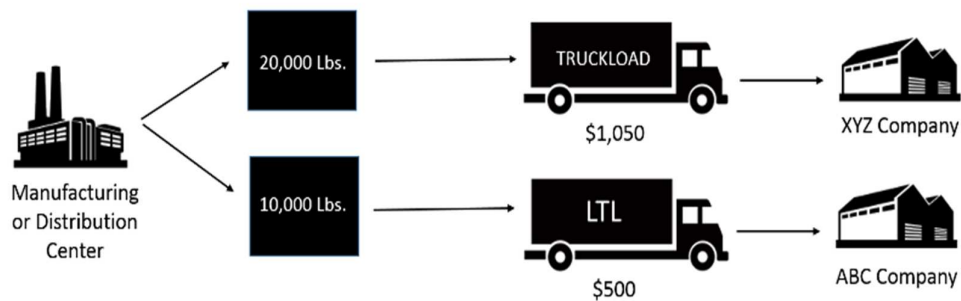


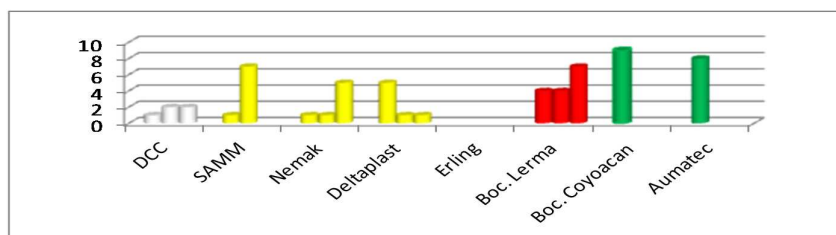
Figura 5. Escenario actual de envío de retornables

Se realizó una recopilación del número de transportes que se solicitaron a partir de Febrero a Mayo 2016 para identificar las frecuencias, costos, proveedores y regiones a las cuales se enviaron los contenedores y los datos se enlistan a continuación:

Tabla 1. Frecuencias de envío a proveedores por capacidad de transporte

	FTL	15 TON	LTL	Total
DCC	2	2	1	5
SAMM	7		1	8
Nemak	1	5	1	7
Deltaplast	1	1	5	7
Total	9	6	7	22
Erling				0
Bocar Lerma	4	7	4	15
Total	4	7	4	15
Bocar Coyoacan			9	9
Aumatec			8	8

La siguiente gráfica 1 muestra la frecuencia de envíos a los proveedores, en amarillo se distinguen los proveedores que están agrupados en la zona de Torreón y Ramos Arizpe, en color rojo los proveedores son aquellos que se ubican en Toluca y Lerma en Estado de México y en verde los proveedores tienen transporte consolidado pues no pueden agruparse por zona geográfica.



Gráfica 1. Frecuencia de envíos de retornables a los proveedores nacionales

Metodología

Inicialmente se plantea que las solicitudes de transportación sean administradas y ejecutadas por la empresa Penske Logística que es el socio comercial de BRP en Querétaro para poder visualizar las necesidades de manera global con el objetivo de diseñar rutas que permitan la entrega de equipo vacío al menor costo. De esta manera los planeadores ya no serán responsables de ejecutar esta actividad.

Una vez que se identificó el problema se procede a la revisión de los costos incurridos en cada embarque para identificar si pueden existir ahorros simplemente alineando los proveedores por regiones geográficas, y además si se eligió la unidad de transporte adecuada para los envíos en un periodo de tiempo de 17 semanas.

Este estudio refleja que en 16 ocasiones se tuvo oportunidad de realizar los envíos en un mismo transporte debido a que las cantidades a embarcar y la región geográfica favorecía para hacer una ruta lechera o “Milkrun” entre los proveedores SAMM y Deltaplast localizados en la ciudad de Torreón y Nemak en Ramos Arizpe, Coahuila

Los ahorros que se habrían alcanzado son de \$69,704 MXN si se hubiera usado una unidad de 53ft en lugar de envíos vía LTL o Torton como se muestran en el anexo 1 con mayor precisión.

Por otro lado aquellos envíos que se realizaron en cajas de 53ft se pudieron evitar en 6 ocasiones, debido a que las cantidades enviadas fueron mayores a las requeridas, esto hubiera representado un ahorro de \$16,284 MXN al haber utilizado transporte de menor capacidad

En consecuencia el costo que se generó en un periodo de 4 meses fue de \$85,988 MXN lo que representa un costo anual \$257,964 MXN simplemente orientando los requerimientos de manera semanal e incluyendo solo a 3 proveedores agrupados geográficamente con la elección adecuada del tipo de transporte para el proveedor Bocar Lerma.

El resultado de las consolidaciones favorece la reducción de costos de transportes en donde se puede cambiar el esquema actual que tiene la empresa, la propuesta es que una sola entidad sea la responsable de la planeación de todos los retornables de los proveedores de la división de motores Rotax en la planta bajo el siguiente esquema:

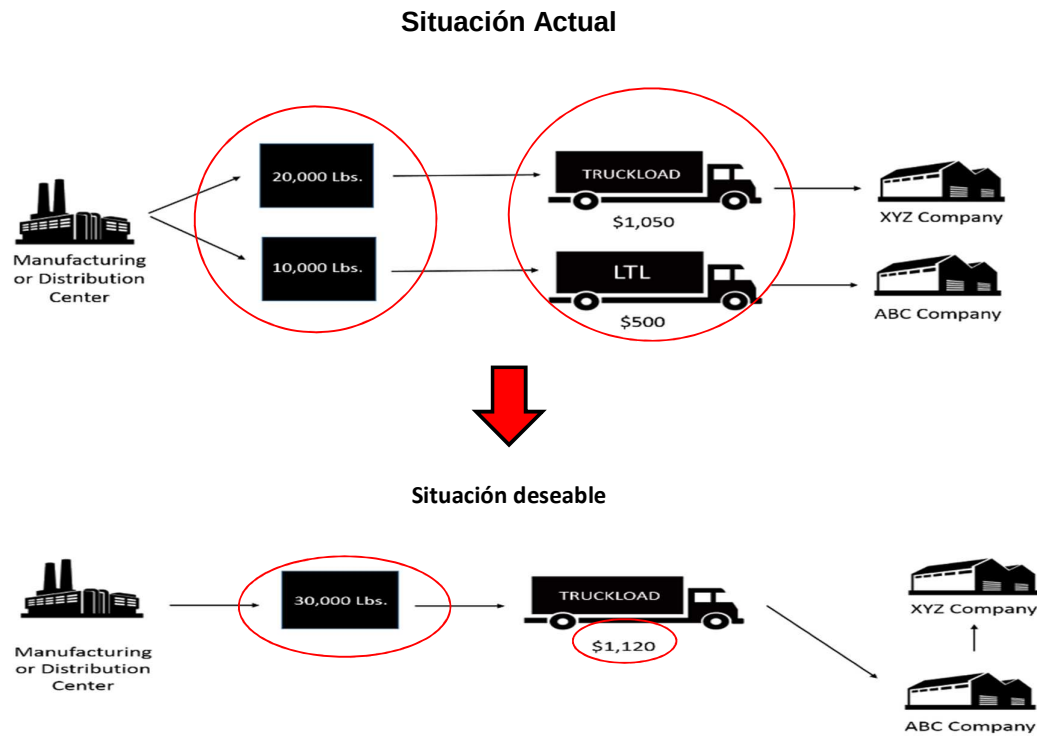


Figura 6. Escenario de logística actual vs logística de reversa

La metodología utilizada para lograr generar consolidaciones fue manejar los requerimientos de contenedores mediante una requisición de materiales basada en planear los requerimientos de cada tipo de contenedor, validando la demanda de cada número de parte, identificando la cantidad de inventario inicial sujeta a las necesidades de producción de los números de parte en el estudio.

Tabla 2. Requisición de contenedores en base a la producción semanal

Proveedor SAMM						
NP 212220		Lead time= 1 semana				
# Semana		1	2	3	4	5
Requerimientos (Piezas)			7,020	4,050	6,480	6,030
Requerimientos convertidos a (contenedores)			78	45	72	67
Planeación de pedidos		78	45	72	67	
Entregas programadas (Recuperación de contenedores)				78	45	72
Cantidad de piezas por Standard Pack Contenedor M69			90	90	90	90
Inventario inicial (Dato referenciado por Almacén)		312	234	267	240	245
Espacios requeridos en transporte			26	15	24	22
Estibas en caja de 53ft		3				
Espacios disponibles en caja de 53 ft		26				
Espacios finales en caja de 53 ft			0	11	2	4

Los pasos que se siguen para poder hacer la programación de contenedores de forma semanal, se muestra en la tabla 2, el proceso que se sigue para el llenado de la misma se enlista a continuación:

1. Se identifica el número de parte que se requiere programar, el cual va ligado con el tipo de contenedor, se referencia en la tabla 6, en este ejemplo el **NP 212220** asociado al contenedor M69 y cuyas características se muestran en la figura 7.

Proveedor	Localización	# Parte	Descripción	SNP	Contenedor	Dunnage # 1	Dunnage # 1 / Contenedor	Dunnage # 2	Dunnage # 2 / Contenedor	Requiere Base & Tapa?	Almacenaje
SAMM	Torreón, Coah.	212220	IGNITION COVER	90	M69	Celdado para Ignition Cover	2	Pads para M69 color Verde	3	NO	Al Interior
		48" x 45" x 34" - 1220 x 1143 x 864 mm   									
		-1 Pad -1 Celdado -1 Pad -1 Celdado -1 Pad Asignados 192									

Figura 7. Empaque M69 del NP 212220 para proveedor SAMM

2. **Requerimientos convertidos a (contenedores)** Se extraen los requerimientos del SAP considerando la demanda de producción de 4 semanas posteriores a la fecha en la que se corre el reporte, en este ejemplo la semana inicial es la número 1 del NP 212220 se colocan las demandas en las casillas identificadas con los números 2,3,4 y 5 colocándolas en piezas en el campo Los requerimientos en piezas son traducidos en su equivalencia en contenedores, tomando en cuenta la cantidad de standard pack por pieza, que para este número de parte, equivale a 1 contenedor M69= 90 piezas y se colocan en el campo.
3. En este caso tomando el requerimiento de la semana 2 en donde la demanda es de 7,020 piezas se traduce en 7,020 piezas/ 90 piezas por standard pack= 78 contenedores.
4. **La planeación de pedidos** debe considerar una semana de lead time con el objetivo de que el proveedor pueda tener una semana en adelantado los contenedores que necesita para su próximo embarque, es por ello que en la semana 1 se embarcara la demanda de la semana 2 y en la semana 2 la demanda de la semana 3 y así sucesivamente.
5. **Entregas programadas:** se refiere a los contenedores que vuelven a utilizar después del consumo de materiales en planta, para este ejemplo se considera que después de embarcar el proveedor en la semana 2, se tendrán 78 contenedores disponibles para la semana 3, considerando que se consume el material en 1 semana. Lo embarcado en la semana 3 se tendrá disponible en la semana 4 y así sucesivamente.
6. **Inventario inicial** es un dato que se extrae del almacén, ya que existe una revisión diario de las cantidades por tipo de contenedor y se puede referenciar en la figura 3.
7. **Espacios requeridos en transporte** se calculan a partir del número de contenedores que puede almacenar una unidad de 53 ft, en este caso para la semana 2 se requieren 78 contenedores, los cuales se estiban en 3 dando como resultado $78/3 = 26$ espacios. Tomando en consideración que una caja tiene la capacidad para 78 contenedores de acuerdo a la tabla 5 debido a las dimensiones.
8. **Espacios finales en caja de 53 ft** finalmente nos da el indicador de la cantidad de espacios disponibles para hacer consolidaciones con otros proveedores, por ejemplo en el envío de la semana 2 la caja esta utilizada a un 100%, en comparación con la semana 3 que tiene 15 espacios requeridos de 26 por lo que se tienen 11 espacios libres para incluir contenedores adicionales de proveedores que sean factibles de incluir cercanos a esta región como Nemark o Deltaplast.

Basados en este método de consolidación de envíos, se realizó el mismo ejercicio incluyendo dos rutas que se enviarían semanalmente iniciando en la semana 23, es decir el 30 de Junio y culminando en la semana 44 equivalente al 4 de Noviembre, los resultados de los ahorros en la consolidación se muestran a continuación en la tabla 3 para los proveedores de la región de Torreón, México:

Tabla 3. Costos promedios anteriores vs actuales de envíos a proveedores de Torreón, Coahuila.

Semana	Costo anterior promedio envíos a SAMM+Nemak+Deltaplast	Costo Actual envíos a SAMM+Nemak+Deltaplast	Ahorro
23	\$19,800	\$16,250	\$3,550
24	\$19,800	\$16,250	\$3,550
25	\$19,800	\$16,250	\$3,550
26	\$19,800	\$16,250	\$3,550
27	\$19,800	\$16,250	\$3,550
28	\$19,800	\$16,250	\$3,550
29	\$19,800	\$16,250	\$3,550
30	Shutdown de planta BRP		
31	\$19,800	\$16,250	\$3,550
32	\$19,800	\$16,250	\$3,550
33	\$19,800	\$16,250	\$3,550
34	\$19,800	\$16,250	\$3,550
35	\$19,800	\$16,250	\$3,550
36	\$19,800	\$16,250	\$3,550
37	\$19,800	\$16,250	\$3,550
38	\$19,800	\$16,250	\$3,550
39	\$19,800	\$16,250	\$3,550
40	\$19,800	\$16,250	\$3,550
41	\$19,800	\$16,250	\$3,550
42	\$19,800	\$16,250	\$3,550
43	\$19,800	\$16,250	\$3,550
44	\$19,800	\$16,250	\$3,550
Totales	\$415,800	\$341,250	\$74,550

El ahorro conseguido en 22 semanas fue de \$74,550 MXN mandando los contenedores de ambos proveedores en una misma unidad de 53 ft.

Los resultados de las consolidaciones de envíos para los proveedores Bocar y Erling de la región de Lerma, Estado de México se muestran a continuación en la tabla 4:

Tabla 4. Costos promedios anteriores vs actuales de envíos a proveedores de Lerma, México.

Semana	Costo anterior promedio envíos a Bocar Lerma+Erling	Costo Actual envíos a Bocar Lerma+Erling	Ahorro
23	\$9,700	\$7,200	\$2,500
24	\$9,700	\$7,200	\$2,500
25	\$9,700	\$7,200	\$2,500
26	\$9,700	\$7,200	\$2,500
27	\$9,700	\$7,200	\$2,500
28	\$9,700	\$7,200	\$2,500
29	\$9,700	\$7,200	\$2,500
30	Shutdown de planta BRP		
31	\$9,700	\$7,200	\$2,500
32	\$9,700	\$7,200	\$2,500
33	\$9,700	\$7,200	\$2,500
34	\$9,700	\$7,200	\$2,500
35	\$9,700	\$7,200	\$2,500
36	\$9,700	\$7,200	\$2,500
37	\$9,700	\$7,200	\$2,500
38	\$9,700	\$7,200	\$2,500
39	\$9,700	\$7,200	\$2,500
40	\$9,700	\$7,200	\$2,500
41	\$9,700	\$7,200	\$2,500
42	\$9,700	\$7,200	\$2,500
43	\$9,700	\$7,200	\$2,500
44	\$9,700	\$7,200	\$2,500
Totales	\$203,700	\$151,200	\$52,500

Los ahorros conseguidos en 22 semanas fue de \$52,500 MXN mandando los contenedores de ambos proveedores en una misma unidad de 53 ft. Por lo tanto la suma de ahorros generados fueron \$74,550 +\$52,500= **\$127,050 MXN** los cuales se pronosticaban un ahorro anual de \$257,964 MXN anuales, equivalentes a \$128,982 MXN por un periodo de 24 semanas.

Considerando que este estudio contempla 21 semanas podemos concluir que se cumplió el objetivo inicialmente trazado.

A partir de esta propuesta se estima que se podrán liberar 50 m² de espacio en el almacén mismo que podrán ser utilizados para otros fines productivos.

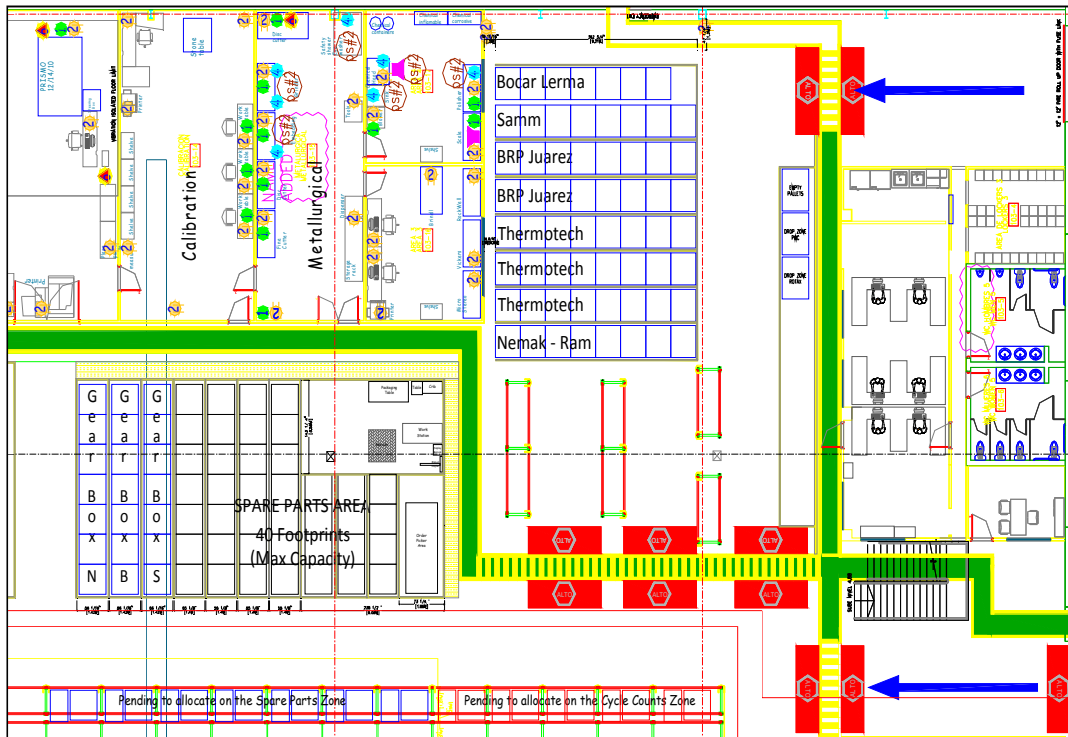


Figura 8. Layout actual del área de Retornables en Almacén.

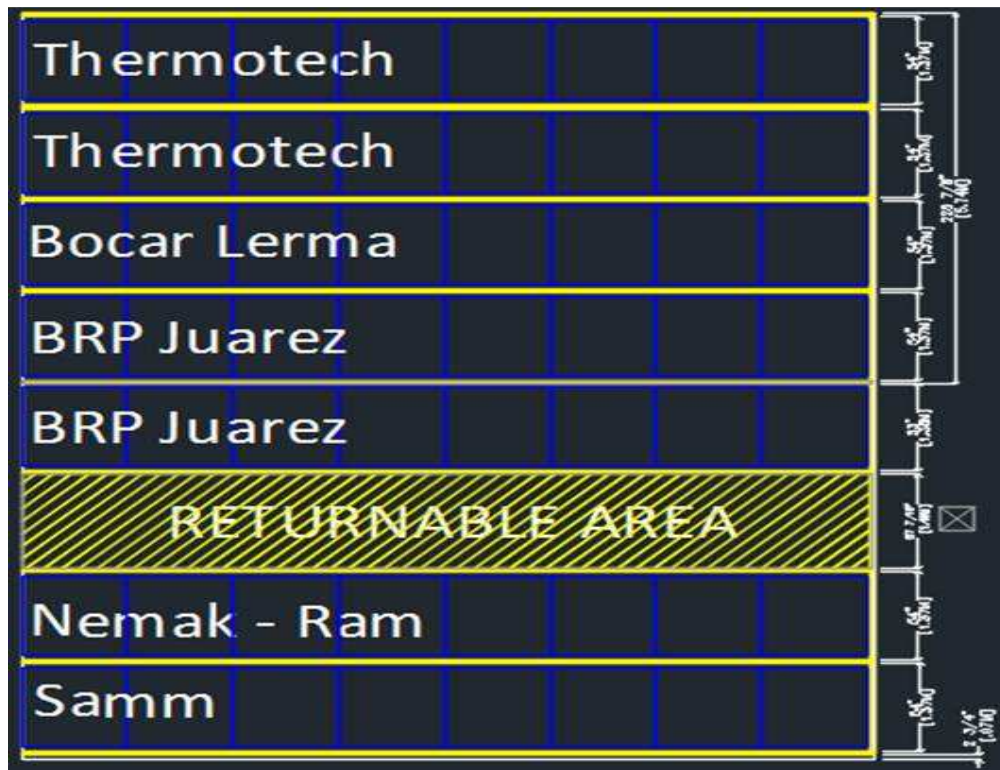


Figura 9. Medidas del área de retornables de contenedores M69



Figura 10. Layout actual del área de Retornables en almacén

En la siguiente tabla se encuentran los cálculos iniciales para identificar la cantidad de líneas y/o footprint en el almacén que considerado para cada proveedor de Rotax los números de parte que corresponden a las piezas requeridas por contenedor; cabe señalar que se tomó el promedio semanal del mes de Marzo de 2016 para realizar el estudio.

Tabla 5. Frecuencias actuales y espacios correspondientes por proveedor en almacén

Item	Proveedor	Número de parte	Descripción	Frecuencia semanal	Req semana	Requerimientos semana/frecuencia	Piezas por contenedor	Pallets	Estibas	Footprints por NP #	Total Footprints	Líneas almacen
1	BRP Juárez	27600389	Radiator	1.5	1019	679	54	13	4	3.15	20	2.53
2		274001517	Mofles		613	409	16	26	4	6.39		
3		274001598			1026	684	16	43	4	10.69		
4	Thermotech	611397	Variator Cover	1.0	1047	1047	24	44	4	10.91	19	2.34
5		612313			52	52	24	2	4	0.54		
6		612310			225	225	24	9	4	2.34		
7		212280			96	96	24	4	4	1.00		
8		612465	CVT Air Guide		378	378	24	16	4	3.94		
9	Bocar Lerma	656705	Oil Sump Bumper	1.0	959	959	48	20	4	4.99	5	0.62
10	Nemak / RAM	623069	Cilinder Head	1.0	274	274	125	2	4	0.55	9	1.14
11		623940			1066	1066	125	9	4	2.13		
12		413495			824	824	125	7	4	1.65		
13		623626			1066	1066	125	9	4	2.13		
14		623940			1066	1066	125	9	4	2.13		
15		623628			5	5	125	0	4	0.01		
16		623069			274	274	125	2	4	0.55		
17	Samm	212220	Ignition Cover	1.0	1157	1157	90	13	4	3.21	7	0.91
18		212222	Ignition Cover		1465	1465	90	16	4	4.07		

El análisis de la información muestra que son requeridos de acuerdo a los volúmenes y a la frecuencia actual de envíos, 8 líneas equivalentes a 60.38 huellas o FS para almacenar 242 contenedores tipo M69 de los proveedores BRP Juárez, Thermotech, Bocar Lerma, Nemak y SAMM.

Para liberar espacios en el almacén se consideran los datos que se muestran en la tabla 2. El incremento en frecuencias y estibas fue aprobado por las áreas de Centro Logístico y Seguridad Patrimonial de la empresa por cuestiones de cumplimientos de estándares de seguridad de operación y de seguros corporativos que están adquiridos, se usaran 6 estibas en lugar de 4 que se tenían originalmente.

Tabla 6. Frecuencias de envío a proveedores de contenedores M69 y cantidad de estibas

Proveedor	Frecuencia semanal actual	Frecuencia semanal propuesta	Estibas actuales	Estibas propuestas
BRP Juárez	1.5	2	4	6
Thermotech	1	3	4	6
Bocar Lerma	1	1	4	6
Nemak	1	1	4	6
Samm	1	1	4	6

Las dimensiones que debe tener una línea para almacenar estibas son 1.435 mts de ancho x 9.21 mts de largo= 13.21 m². Se debe considerar 0.05 metros de separación por línea, equivalente a 2 pulgadas.

Para calcular los espacios se aplicaron las siguientes ecuaciones:

Requerimientos promedio en piezas: $\text{Requerimientos semana} / \text{frecuencia}$ (1)

Pallets: $(\text{Requerimientos semana} / \text{Frecuencia}) / \text{Piezas por contenedor}$ (2)

Footprint por NP#: $\text{Pallets} / \text{estibas}$ (3)

Líneas de almacén requeridas: $\text{Total de footprints} / 8 \text{ líneas}$ (4)

Resultados

En la siguiente tabla se muestran los resultados que se obtienen a partir de las modificaciones.

Tabla 7. Frecuencias modificadas y espacios correspondientes por proveedor en almacén

Item	Proveedor	Número de parte	Descripción	Frecuencia semanal	Req semana	Requerimientos semana/frecuencia	Piezas por contenedor	Pallets	Estibas	Footprints por NP #	Total Footprints	Líneas almacén
1	BRP Juárez	27600389	Radiator	2.0	1019	510	54	9	6	1.57	10	1.26
2		274001517	Mofles	5.0	613	307	16	19	6	3.19		
3		274001598			1026	513	16	32	6	5.34		
4	Thermotech	611397	Variator Cover	3.0	1047	349	24	15	6	2.42	4	0.52
5		612313			52	17	24	1	6	0.12		
6		612310			225	75	24	3	6	0.52		
7		212280			96	32	24	1	6	0.22		
8		612465	CVT Air Guide		378	126	24	5	6	0.88		
9	Bocar Lerma	656705	Oil Sump Bumper	1.0	959	959	48	20	6	3.33	3	0.42
10	Nemak / RAM	623069	Cilinder Head	1.0	274	274	125	2	6	0.37	6	0.76
11		623940			1066	1066	125	9	6	1.42		0.00
12		413495			824	824	125	7	6	1.10		0.00
13		623626			1066	1066	125	9	6	1.42		0.00
14		623940			1066	1066	125	9	6	1.42		0.00
15		623628			5	5	125	0	6	0.01		0.00
16		623069			274	274	125	2	6	0.37		0.00
17	Samm	212220	Ignition Cover	1.0	1157	1157	90	13	6	2.14	5	0.61
18		212222	Ignition Cover		1465	1465	90	16	6	2.71		

4

El resultado de incrementar la frecuencia y aumentar las estibas en los contenedores del tipo M69 como se puede observar en la tabla 3, nos dio como resultado un total de 1.26 mts para los contenedores del proveedor BRP Juárez, 0.52 mts para Thermotech, 0.42 mts para Bocar Lerma, 0.76 para Nemak y 0.61 para Samm sumando un total de 3.57 líneas requeridas.

Como se puede ver en los resultados solo se necesitan 4 líneas de almacén para los proveedores considerados en el estudio. Es decir se necesitan 52.86 m².

En la figura 11 se muestra la liberación de espacios en el almacén de BRP.

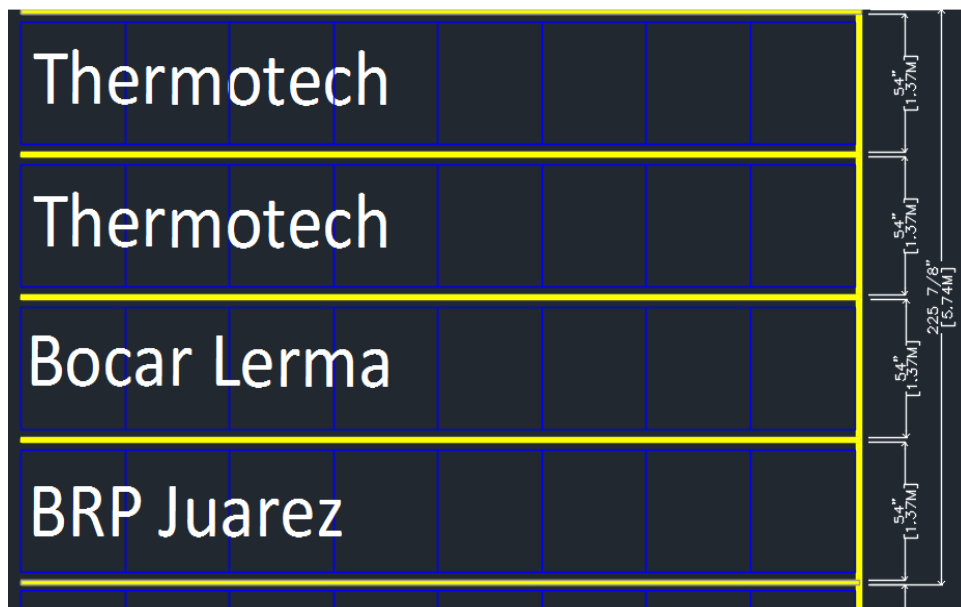


Figura 11. Espacio físico liberado dentro del almacén en el área de retornables

La información de empaque con las cuales se validan cada número de parte de Rotax se muestra en la tabla 4.

Tabla # 8. Información de dimensiones de empaque por tipo de contenedor

Packaging Code	Description	Part Number SAP	K = Small G = Big	Dimensions (in)			Dimensions (mm)			Weight (Kg)	Boxes / Pallet	#Pallets Length	#Pallets Width	#Pallets Height	#Pallets Trailer
				Length	Width	Height	Length	Width	Height						
M50	Standard Bulk Container # 50		G	30	32	25	762	813	635	29.3	1	20	3	4	240
M51	Standard Bulk Container # 51		G	30	32	34	762	813	864	36.5	1	20	3	3	180
M52	Standard Bulk Container # 52		G	30	32	39	762	813	991	40.5	1	20	3	2	120
M54	Standard Bulk Container # 54	299000304	G	48	45	34	1143	1220	838	65.3	1	13	2	3	78
M55	Standard Bulk Container # 55		G	48	45	50	1143	1220	1270	89.6	1	13	2	2	52
M60	Standard Plastic Container # 60	4000197	K	8	6	4.7	200	152	119	0.3	378	13	2	2	52
M62	Standard Plastic Container # 62	4000198	K	12	7	5	305	188	127	0.5	216	13	2	2	52
M64	Standard Plastic Container # 64	4000222	K	12	15	7	305	381	191	1.3	72	13	2	2	52
M66	Standard Plastic Container # 66	4000223	K	24	15	7	610	381	191	2.1	36	13	2	2	52
M68	Standard Plastic Container # 68	4000225	K	24	15	11	610	381	279	2.7	24	13	2	2	52
M69	Standard Bulk Container # 69	4000226	G	48	45	34	1220	1143	864	65.3	1	13	2	3	78

A continuación se muestran el catálogo de retornables en la figura 12 que contiene la información de cada número de parte de los proveedores con contenedores tipo M69 identificando las dimensiones del contenedor requerido y la información de empaque.

Proveedor	Localización	# Parte	Descripción	SNP	Contenedor	Dunnage # 1	Dunnage # 1 / Contenedor	Dunnage # 2	Dunnage # 2 / Contenedor	Requiere Base & Tapa	Almacenaje	
Thermotech	Ciudad Juarez, Chihuahua.	611397	VARIATOR COVER	24	M69	Celdado para Variator Cover color Negro	2	Pads para M69 color Negro	3	NO	Al Interior	
		612304	CVT AIR GUIDE	48								
		612313	VARIATOR COVER	24								
		612310	VARIATOR COVER	24								
		612315	VARIATOR COVER	24								
		212280	VARIATOR COVER	24								
		48" x 45" x 34" - 1220 x 1143 x 864 mm										Asignados 735
		  										
		- 1 Pad - 1 Celdado - 1 Pad - 1 Celdado - 1 Pad										
Thermotech	Ciudad Juarez, Chihuahua.	612465	VARIATOR COVER	24	M69	Celdado para Variator Cover color Blanco	1	N/A	0	NO	Al Interior	
		48" x 45" x 34" - 1220 x 1143 x 864 mm										Asignados 42
		  										
		- Juego de celdados de lona fijos al contenedor										
NEMAK / RAM	Monterrey, NL / Ramos Arizpe, Coah.	623626	CYLINDER HEAD ASSY	125	M69	Celdado para Cabeza de Cilindro color Azul	5	Pads para M69 color Azul	6	NO	Al Interior	
		623940	CYLINDER HEAD ASSY	125								
		623069	CYLINDER HEAD ASSY	125								
		48" x 45" x 34" - 1220 x 1143 x 864 mm										
		  										Asignados 66
		- 1 Pad - 1 Celdado - 1 Pad - 1 Celdado - 1 Pad - 1 Celdado - 1 Pad - 1 Celdado - 1 Pad										
ELRING KLINGER	Toluca, EdoMex.	867366	AIR BOX ASSY	84	M69	N/A	0	N/A	0	NO	Al Exterior, Colapsado.	
		48" x 45" x 34" - 1220 x 1143 x 864 mm										Asignados 42
		 										- Contenedores Colapsados sin Dunnage.

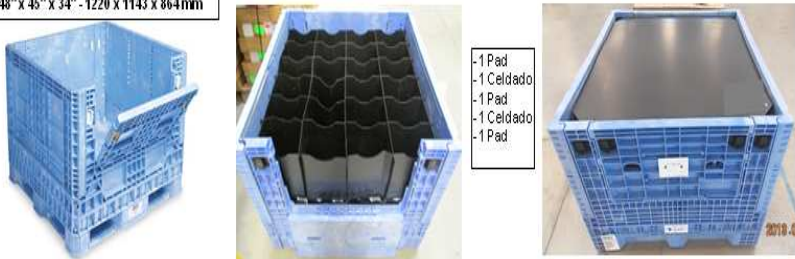
Proveedor	Localizacion	# Parte	Descripcion	SNP	Contenedor	Dunnage # 1	Dunn#1 / Contenido	Dunnage # 2	Dunn#2 / Contenedor	Requiere Base & Tapa2	Almacenaje
BOCAR Lerma	Lerma, EdoMex.	656705	OIL SUMP COVER	48	M69	Celdado para Oil Sump Cover color Negro	2	Pads para M69 color Negro	3	NO	Al Interior
		48" x 45" x 34" - 1220 x 1143 x 864mm									
											
		Asignados 110									

Figura 12. Catálogo de empaque de retornables

Conclusiones

Debido al incremento de frecuencias de envíos y la estrategia de aumentar de estibas permitidas mostradas en la tabla 4 se demuestra que para el volumen que se tiene de los proveedores que utilizan los contenedores del tipo M69 solo serán necesarias 4 líneas equivalentes a 52.86 m² logrando de esta forma la reducción de 50% de espacio interno de almacén cumpliendo el objetivo planteado en el proyecto.

Se estructuró un diagrama proceso para la solicitud de envíos de retornables en el cual interviene de manera principal el proveedor de servicios logísticos Penske S.A de C.V diseñando las rutas de envío, identificando la cantidad de retornables a embarcarse hacia el proveedor(es) y solicitando la carga de estos en el día y horario requerido al almacén de BRP, ver los detalles del proceso en el anexo 2.

Los resultados obtenidos de la agrupación de proveedores por región geográfica nos da como resultados la generación de las siguientes rutas lecheras con las cuales se obtienes reducción de costos de transportación y un aumento en la eficiencia del equipo utilizado.

Si se hubiera continuado a partir de Junio a Noviembre 2016 con el mismo esquema de envíos individuales a los proveedores de BRP hubiéramos tenido un costo de \$619,500 MXN, a partir de las consolidaciones de envíos se obtuvo un costo en el mismo periodo de tiempo de \$492,450 MXN equivalentes a un ahorro de \$127,826, es decir de 20.5% con respecto a los costos previos.

Ruta generada para Milkrun de reversa # 1

1. **SAMM- Systems & Manufacturing Mexico SA de CV** localizada en el Parque Industrial Las Américas Lote3 Parque Industrial Las Américas. 27278 Torreón, Coahuila.
2. **Deltaplast México S.A. de C.V.** localizada en el Blvd. San Pedro SN, Parque Industrial Ferropuerto Laguna, 27400 Torreón, Coahuila.
3. **Nemak S.A de C.V** localizada en Bulevar Industrial de la Transformación 3140, Zona Industrial, 25900 Ramos Arizpe, Coahuila.

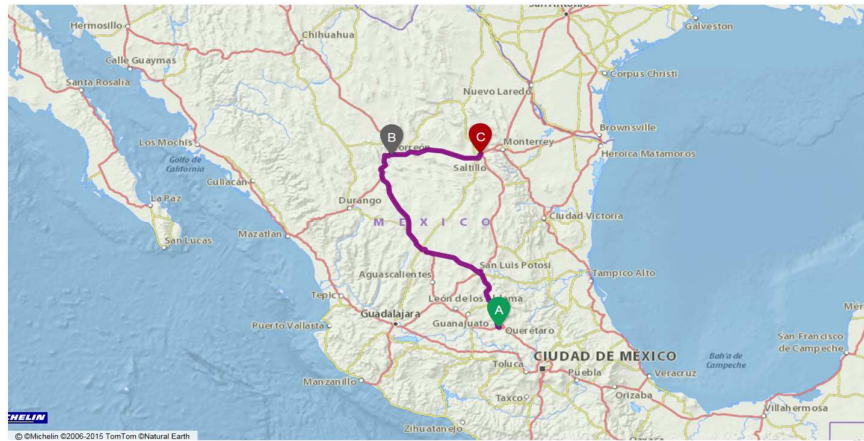


Figura 13 Ruta Mikrun #1

Ruta generada para Milkrun de reversa # 2

1. **Bocar S.A de C.V** localizada en Circuito de la Industria Norte No.38, Parque Industrial Lerma, 52000 Lerma, México.
2. **Elring Klinger México, S.A. de C.V.** localizada en Alfonso Gómez de Orozco No. 122, Exportec II, 50200 Toluca de Lerdo, México.

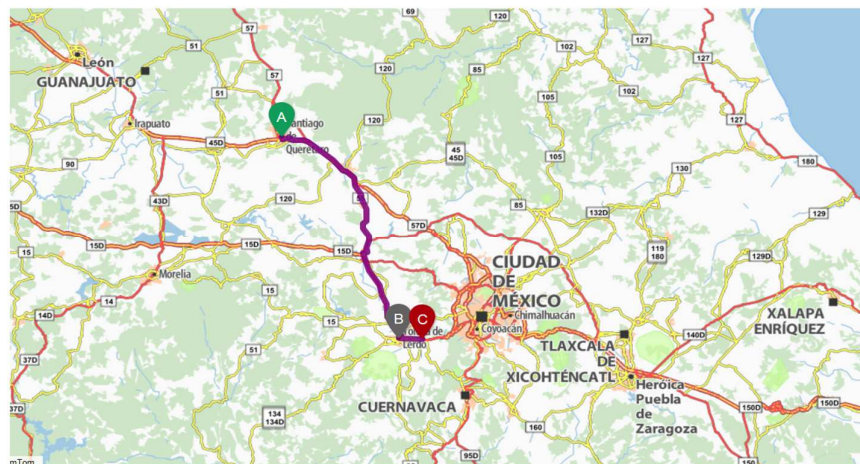


Figura 14 Ruta Mikrun #2

Trabajo futuro

La recomendación que se hace a la empresa es alinear los envíos de retornables con las recolecciones de materiales de los proveedores que puedan ser factibles, existe una oportunidad de enviar los retornables de los proveedores de la región de Saltillo y Torreón los días Lunes de cada semana y poder ahorrar costos de transportación en al menos un 30% de la ruta tomando la estrategia de rutas redondas en donde se cargue en BRP y posteriormente se entreguen en los proveedores SAMM, PKC, Nemak o Deltaplast. Los días martes se descarguen los retornables y se cargue el material productivo en cada proveedor respectivamente para hacer la entrega final en destino los días miércoles.

En resumen BRP tiene la oportunidad de alinear su concepto de recolección de materiales con la entrega de retornables, generando una optimización en su transportación que le genere ahorros y a la vez mejore la frecuencia de envíos, fije un calendario para el área de recibos y pueda alinear la agenda de recepciones de materiales para estandarizar su carga de trabajo.

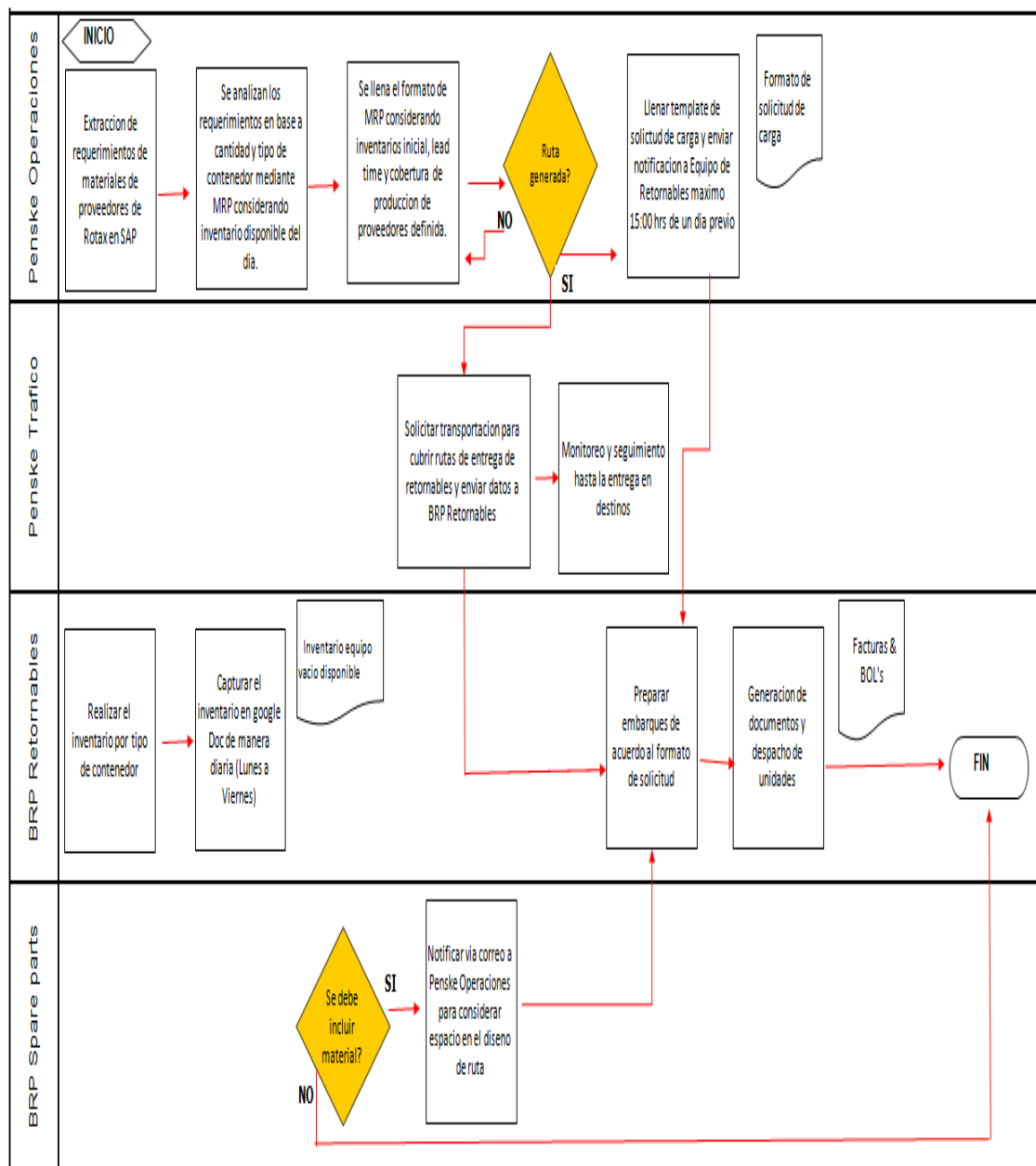
Referencias

1. Ballou, R.H (2004): *Logística Administración de la cadena de suministro*. Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación.
2. Ballou, R.H (2004): *Logística Administración de la cadena de suministro*. Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación.
3. Ballou, R.H (2004): *Logística Administración de la cadena de suministro*. Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación.
4. Chopra, S y Meindel P (2008): *Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación*. Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación.
5. Bastos A.I. (2007): *Distribución Logística y comercial*. Vigo, España: Ideaspropias.
6. Cabeza, D. (2012): *Logística inversa en la gestión de la cadena de suministro*. Barcelona, España: Marge Books.
7. Escudero, J. (2014): *Logística de almacenamiento*. Madrid, España: Paraninfo.
8. Escudero, J. (2015): *Técnicas de almacén*. Madrid, España: Paraninfo.

Anexos

[illegible]

Anexo 1. Costos de transportación incurridos en el periodo de Febrero a Mayo de 2016



Anexo 2. Proceso de planeación y envío de retornables de proveedores BRP.