

"MODELO DE CONSOLIDACION DE CARGA CONTENERIZADA DE
EMPRESAS DEL DEPARTAMENTO DEL ATLANTICO QUE IMPORTAN DESDE
LOS ESTADOS UNIDOS"

ODETTE YAMILE CURE SLEBI
RAÚL DARÍO ROBLES GÓMEZ
WANDA MELISSA RODRÍGUEZ PRADA
ANDRÉS ARTURO VARGAS BULA

PROYECTO FINAL

ING. RENE AMAYA MIER, PhD.
Co-Director

ING. CARLOS OTERO, MSc (C).
Co-Director

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DEL NORTE
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BARRANQUILLA, COLOMBIA
2016

Tabla de contenido

1. CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	1
1.1. RESUMEN DEL PROYECTO	1
1.2. ABSTRACT	1
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.4. DIAGRAMA CAUSA – EFECTO	9
1.4.1. CAUSAS	10
1.4.2. EFECTOS.....	10
1.5. OBJETIVOS	11
1.5.1. OBJETIVO GENERAL.....	11
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
1.6. METODOLOGÍA.....	12
1.7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	14
1.8. DIAGRAMA DE GANTT	15
1.9. ALCANCES Y LIMITACIONES	15
2. CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	17
2.1. MARCO TEORICO.....	17
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	22
2.3. MARCO ESPACIAL	23
2.4. MARCO TEMPORAL.....	23
2.5. ESTADO DEL ARTE.....	24
3. CAPÍTULO 3. DESARROLLO CONCEPTUAL DEL MODELO PROPUESTO	27
3.1. DISEÑO CONCEPTUAL	27
3.2. MODELACIÓN DE LOS PROCESOS: MODELO AS-IS.....	29
3.3. PERFIL DE LAS EMPRESAS	33
3.4. MODELACIÓN INICIAL.....	39
3.5. DENOTACIÓN DEL MODELO	44
3.5.1. CONJUNTOS.....	44
3.5.2. PARÁMETROS.....	44
3.5.3. VARIABLES INDEPENDIENTES.....	45
3.5.4. VARIABLES DEPENDIENTES.....	45
3.5.5. FORMULACIÓN MATEMÁTICA	45

3.5.6.	RESTRICCIONES	46
3.6.	MODELO DE DESPACHOS	48
3.6.1.	MODELO DESPACHO DIRECTO	48
4.	CAPÍTULO 4. ACCIONES DE MEJORA DE PROPUESTAS Y ANALISIS	51
4.1.	MODELO PARA LA REALIZACIÓN DE CLÚSTER	51
5.	CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE VIABILIDAD DEL DISEÑO PROPUESTO	54
5.1.	VIABILIDAD ECONÓMICA	54
5.1.1.	COSTEO MODELO DESPACHO DIRECTO	54
5.1.2.	COSTEO MODELO DESPACHO CONJUNTO Y SU MEJORA.....	56
5.2.	JUICIO DE EXPERTOS	57
5.2.1.	CONTEXTO DEL PROCESO DE VALIDACION.....	57
5.2.2.	DESCRIPCION DEL PROCESO DE EVALUACION.....	58
5.2.3.	DESCRIPCION DE LA ENCUESTA DE VALIDACION PARA EL JUICIO DE EXPERTOS.....	59
5.2.4.	OBSERVACIONES TRAS EL PROCESO DE VALIDACION.....	61
5.2.5.	CONCLUSIONES DEL JUICIO DE EXPERTOS	61
	CONCLUSIONES.....	63
	BIBLIOGRAFIA.....	65
	ANEXOS.....	66
	Anexos 1 Resultado método clúster por k medias y el componente de frecuencia	66
	Anexo 2 Modelo Clúster k media con frecuencia (Muñoz Aguirre, 2014)	71
	Anexo 3 Modelo de asignación operador logístico y puertos.....	76

LISTA DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Índice de competitividad logística Global</i>	3
<i>Ilustración 2. Índice de Desempeño Logístico</i>	5
<i>Ilustración 3. Variación de las importaciones, según grupo de productos enero-diciembre 2015/2014</i>	6
<i>Ilustración 4. Costos de Flete por kilo con respecto a la cantidad de kilos importados en el 2015 en Colombia Fuente: (Integración económica mundial - www.legiscomex.com, 2016)</i>	7
<i>Ilustración 5. Costos de Flete por kilo con respecto a la cantidad de kilos importados en el 2015 en Panamá Fuente: (Integración económica mundial - www.legiscomex.com, 2016)</i>	8
<i>Ilustración 6. Diagrama Causa-Efecto</i>	9
<i>Ilustración 7. Cronograma de actividades</i>	14
<i>Ilustración 8. Diagrama de Gantt</i>	15
<i>Ilustración 9. Diseño Conceptual</i>	28
<i>Ilustración 10. Proceso de Importación de Empresas del departamento del Atlántico</i>	33
<i>Ilustración 11. Artículos que regulan la importación de frigoríficos</i>	35
<i>Ilustración 12. Decretos que regulan importación de productos químicos</i>	36
<i>Ilustración 13. Mapa de proveedores</i>	39
<i>Ilustración 14. Mapa de proveedores</i>	41
<i>Ilustración 15. División de los proveedores en los Estados Unidos</i>	43
<i>Ilustración 16. Clúster utilizado para probar el modelo</i>	48
<i>Ilustración 17. Modelo 2: Despacho conjunto</i>	51
<i>Ilustración 18. Solución esperada del modelo de consolidación de la carga</i>	52
<i>Ilustración 19. Encuesta sobre importaciones internacionales con despacho conjunto.</i>	60

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Clasificación de las economías</i>	4
<i>Tabla 2. Porcentaje de importación de las empresas.</i>	37
<i>Tabla 3. Descripción de la familia de productos importados por las empresas del departamento del Atlántico</i>	38
<i>Tabla 4. Frecuencia de envío diario de los proveedores</i>	40
<i>Tabla 5. Clasificación de Clúster</i>	43
<i>Tabla 6. Costo total anual del Modelo 1</i>	49
<i>Tabla 7. Costos desde los proveedores hasta los puntos de consolidación</i>	52
<i>Tabla 8. Tabla de porcentaje participación en clúster</i>	55
<i>Tabla 9. Tablas de comparación entre los dos modos de despacho</i>	57
<i>Tabla 10. Información general de la encuesta realizada a los profesionales.</i>	58
<i>Tabla 11. Aspectos importantes en el proceso de validación</i>	59

1. CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1. RESUMEN DEL PROYECTO

El presente documento está orientado hacia la elaboración y diseño de clusterización de importaciones internacionales con despachos conjuntos para las empresas del Departamento del Atlántico, lo cual permite aliviar la realización de despachos directos, debido a que de este resultan varios envíos individuales hacia el cliente y generan que sus costos de documentación y nacionalización de productos sean elevados. Como el mayor reto de las empresas recaen en las distribuciones físicas internacionales, implementar Consolidación en Transito resulta eficiente para remover la necesidad de utilizar una bodega y los múltiples envíos/recibos al cliente. Consolidación en Transito es un modelo en donde los envíos de múltiples proveedores son despachados en una sola entrega para el cliente, que se consolidan en centros especiales sin el manejo de inventario y de esta manera se pueda dar una mejora en los costos logísticos de distribución física de las empresas del Atlántico.

1.2. ABSTRACT

This document is directed towards to the development and design of clustering of international imports with joint offices for companies in the Atlántico Department, which alleviates the realization of direct shipments because of the several individual deliveries to the customer and this cause increase nationalization cost and product documentation. As the biggest challenge facing companies lie in international physical distribution, to implement Merge-In-Transit is an efficient for

removing the need for warehousing and multiple shipments / receipts to the customer. Merge-In-Transit is a model where shipments from multiple suppliers are consolidated into one customer delivery, which are consolidated in special point's centers without inventory and thus can provide improved logistics costs of physical distribution Atlántico's companies.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Estamos en un ámbito competitivo, por tanto este criterio es muy importante al momento de realizar una inversión en un país o región. La costa caribe colombiana posee una posición geográfica privilegiada, ya que se encuentra cerca con los puertos de la Costa Este y Sur de los Estados Unidos, estos demandan un alto flujo de carga hacia diferentes países de Sur y Centro América. De forma general el departamento del Atlántico se encuentra situado en la orilla del Río Magdalena, el cual es la arteria más importante del país y le brinda al departamento grandes ventajas competitivas en servicios logísticos ya que tiene fácil acceso a los mercados internacionales.

ÍNDICE DE COMPETITIVIDAD LOGÍSTICA REGIONAL

Para el proyecto se indagó en las empresas, si las distintas regiones en Colombia están facilitando el desarrollo de las actividades y operaciones logísticas.

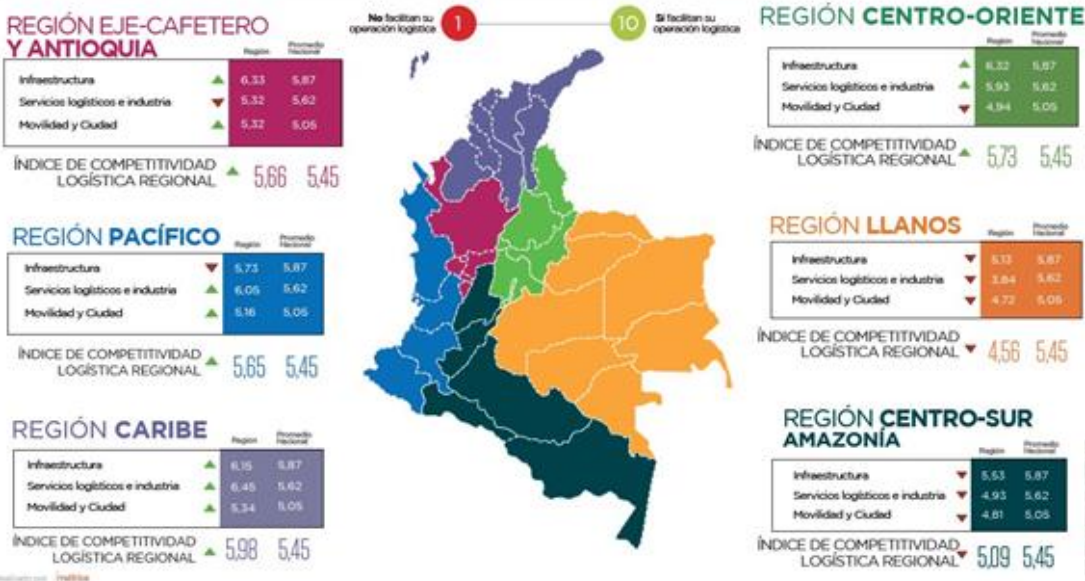


Ilustración 1. Índice de competitividad logística Global

Fuente: (Departamento Nacional de Planeación-Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación, 2015)

Tomando como referencia la competitividad del país y de cada una de las regiones, en la ilustración 1 se puede observar que la región caribe tiene la mejor calificación de las regiones, su mayor puntaje lo obtuvo los Servicios logísticos e industria y el más bajo fue Movilidad y Ciudad.

Por lo anterior y tomando como referencia los índices existentes, los cuales evalúan diferentes variables a través de los años, realizando un rankings, en donde localizan a los países con respecto a diferentes características, las cuales van a influir en la economía de cada uno de ellos. Dichos índices pueden ser generados por diferentes entidades que buscan reconocer las ventajas dentro de nichos de inversión. Distance to Frontier (DTF), el cual se conoce como el Ranking Doing Business, se toma como principal fuente, la cual se encuentra en el Banco Mundial.

De esta forma es posible conocer la posición del país en temas de competitividad económica actualmente. El ranking Doing Business clasifica a Colombia en el

puesto 54 y con un DTF del 70.43%, en el periodo del 2016, comparándolo frente a todos los países de América Latina y el Caribe. Para la determinación de esta medida se evaluaron diferentes tópicos dentro de los cuales “el comercio a través de fronteras” genera una importancia significativa, el cual registra el tiempo y el costo relacionados con el proceso logístico de exportación e importación de bienes. De acuerdo con la nueva metodología introducida este año, Doing Business mide el tiempo y el costo (excluidos los aranceles) de tres conjuntos de procedimientos —cumplimiento documental, cumplimiento fronterizo y transporte interno— dentro del proceso general de exportación o importación de un cargamento de mercancías (Mundial, 2016). El ranking Doing Business clasifica a Colombia en el puesto 110 y con un DTF del 62.83%, en el periodo del 2016, comparándolo frente a todos los países de América Latina y el Caribe.

Tabla 1. Clasificación de las economías

Países	Comercio transfronterizo clasificación	Tiempo para importar: Cumplimiento fronterizo (horas)	Costo para importar: Cumplimiento fronterizo (USD)	Tiempo para importar: Cumplimiento documental (horas)	Costo para importar: Cumplimiento documental (USD)
Colombia	110	112	545	64	50
Perú	88	72	583	72	80
Paraguay	135	48	500	36	135
Nicaragua	81	72	330	16	86
Panamá	54	24	490	6	50
Chile	63	54	290	36	50
Costa Rica	67	80	400	26	75
Guatemala	78	72	405	32	140

Fuente: (Doing Business - Banco Mundial, 2016)

Analizando este índice y en comparación con los demás países de América Latina y el Caribe, se encuentra una gran diferencia con respecto a los tiempos asociados al cumplimiento fronterizo y documental con respecto a otros países como por ejemplo Perú, Paraguay, Nicaragua, Panamá, Chile entre otros, lo que ocasiona que la carga permanezca más tiempo en el puerto. Conociendo esto, es posible determinar un nicho de evaluación con el fin de mejorar la competitividad de Colombia a nivel logístico de tal forma que se genere un aumento en la atracción de inversión. Para ello se deberá trabajar bajo los factores más influyentes en el desempeño logístico del país.

Según el Consejo Privado de competitividad, nos establece que la buena logística es un factor fundamental para competir en mercados internacionales, por tanto el desempeño logístico comprende variables como la infraestructura, competitividad y la calidad de servicio de transporte. Por tanto tomando como referencia a Colombia y el índice de desempeño logístico posee el puesto 72 en el 2010 entre 155 países pero para el 2014 disminuimos al puesto 97 entre 160 países.

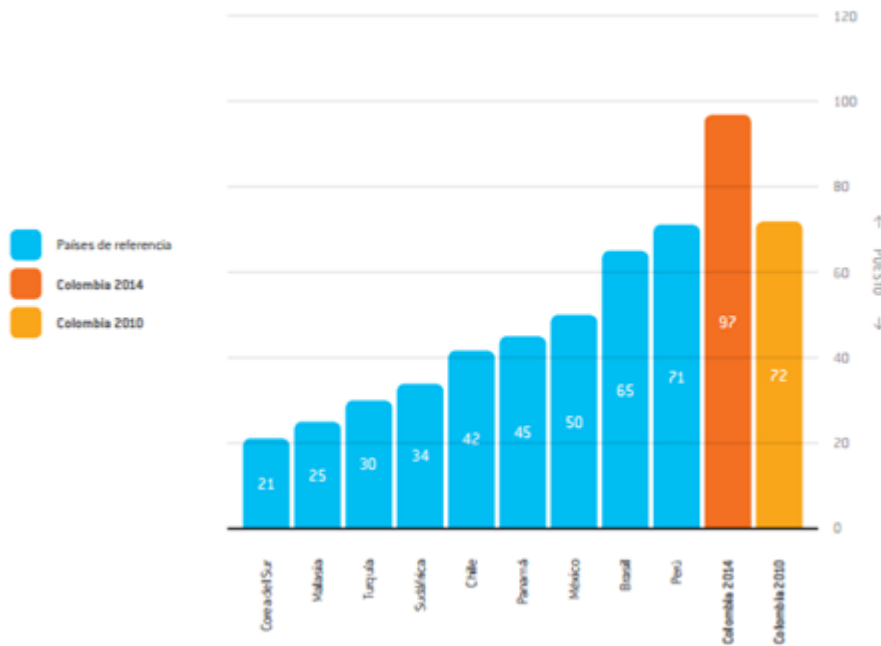


Ilustración 2. Índice de Desempeño Logístico

Fuente: (Banco Mundial, 2014)

Posteriormente según el DANE, entre enero y diciembre las importaciones colombianas disminuyeron en un 15,6% en comparación con año anterior al pasar de 64.028,9 millones de dólares CIF a 54.057,6 millones de dólares CIF. (DANE, 2016).

Sección	Capítulo	Descripción	Millones de dólares CIF				
			2014 (Millones de dólares CIF)	2015	Variación %	Contribución a la variación del grupo	Contribución a la variación total
		Total	64.028,9	54.057,6	-15,6		-15,6
		Agropecuarios, alimentos y bebidas	6.306,8	6.019,0	-7,5	-7,5	-8,8
0		Productos alimenticios y animales vivos	4.888,5	4.480,7	-8,7	-8,8	-0,7
	08	Pienso para animales (excepto cereales sin moler)	880,7	747,7	-15,1	-2,0	-0,2
	03	Pescado (no incluidos los mamíferos marinos), crustáceos, moluscos e invertebrados acuáticos y sus preparados	482,3	411,5	-14,7	-1,1	-0,1
	01	Carne y preparados de carne	286,4	223,9	-21,8	-1,0	-0,1
	04	Cereales y preparados de cereales	1.830,8	1.782,4	-2,6	-0,7	-0,1
	05	Legumbres y frutas	582,6	536,5	-7,9	-0,7	-0,1
	07	Café, té, cacao, especias y sus preparados	173,2	140,2	-19,1	-0,5	-0,1
	02	Productos lácteos y huevos de aves	122,8	92,8	-24,5	-0,5	0,0
	06	Azúcares, preparados de azúcar y miel	117,0	87,3	-25,3	-0,5	0,0
	00	Animales vivos no incluidos en el capítulo 03	11,2	13,7	22,8	0,0	0,0
	09	Productos y preparados comestibles diversos	401,5	426,0	5,8	0,4	0,0
2		Materiales crudos no comestibles, excepto los combustibles	784,9	713,2	-9,1	-1,1	-0,1
4		Aceites, grasas y ceras de origen animal y vegetal	858,7	482,8	-43,8	-1,1	-0,1
1		Bebidas y tabacos	277,8	362,5	30,5	1,3	0,1
		Combustibles y prod. de industrias extractivas	8.525,5	5.992,0	-29,7	-29,7	-4,0
3		Combustibles y lubricantes minerales y productos conexos	7.554,4	5.132,8	-32,1	-28,4	-3,8
		Demás	971,1	859,4	-11,5	-1,3	-0,2
		Manufacturas	48.735,8	41.934,2	-14,0	-14,0	-10,6
7		Maquinaria y equipo de transporte	24.402,8	20.521,9	-15,9	-8,0	-6,1
6		Artículos manufacturados, clasificados principalmente según el material	6.227,7	6.878,1	10,4	-2,8	-2,1
8		Artículos manufacturados diversos	5.318,0	4.489,8	-15,8	-1,7	-1,3
5		Productos químicos y productos conexos, n.e.p.	10.787,5	10.046,5	-6,9	-1,5	-1,2
		Otros sectores [†]	260,8	112,4	-56,9	-56,9	-0,2

Fuente: DIAN. Cálculos: DANE – COMEX
^{*}Incluye la sección 9 de la CUCI y el grupo 891
[†]Cifra preliminar

Ilustración 3. Variación de las importaciones, según grupo de productos enero-diciembre 2015/2014

Fuente: (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2016)

Con respecto a la ilustración 2 la disminución de las importaciones se explica principalmente por la caída de 14,0% en las importaciones de manufacturas, al pasar de 48.735,8 millones de dólares CIF en 2014 a 41.934,2 millones de dólares CIF en 2015, y por el grupo de combustibles y productos de las industrias extractivas que disminuyó 29,7% pasando de 8.525,5 millones de dólares CIF en el 2014 a 5.992,0 millones de dólares CIF en el mismo periodo del año 2015. (DANE, 2016).

Por otro lado, un reporte en donde indica que las importaciones en Colombia cayeron un 22,6% en el mes de marzo de 2016. Se debe a que en la evaluación realizada y reportada por el Dane, muestra que la disminución que se generó desde Marzo de 2015 a Marzo de 2016; paso de USD \$ 4.641,2 millones a USD \$ 3.592,3 millones respectivamente.

En el informe emitido por el Dane, muestra la participación que tubo las importaciones de Colombia originadas de Estados Unidos que fue de un 28,5%, en donde hubo variación del -30,2% al pasar de USD \$ 1.465,6 millones a USD \$ 1.023,2 millones en marzo de 2015 a marzo de 2016. (DANE, 2016).

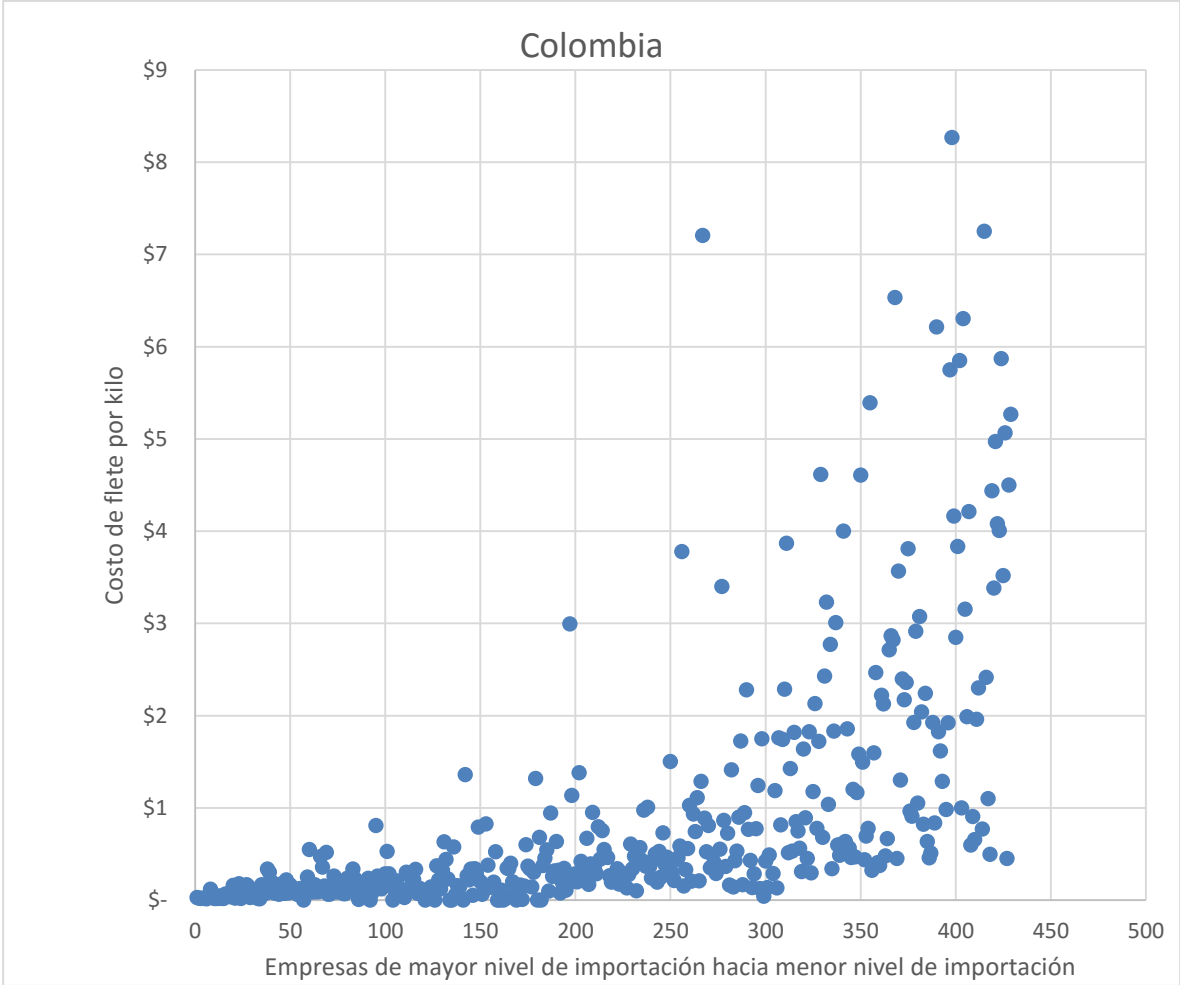


Ilustración 4. Costos de Flete por kilo con respecto a la cantidad de kilos importados en el 2015 en Colombia
Fuente: (Integración económica mundial - www.legiscomex.com, 2016)

Las importaciones realizadas desde los Estados Unidos hasta el Departamento del atlántico, notamos que en Colombia existe un aumento de variación de los costes de flete por kilo a partir de la empresa 200 en el ranking, lo que nos generara nuestro grupo de empresas sobre los que nos vamos a enfocar, ya que son empresas de mediana capacidad las cuales realizan importaciones pequeñas por kilo al año. (Legiscomex, 2015)

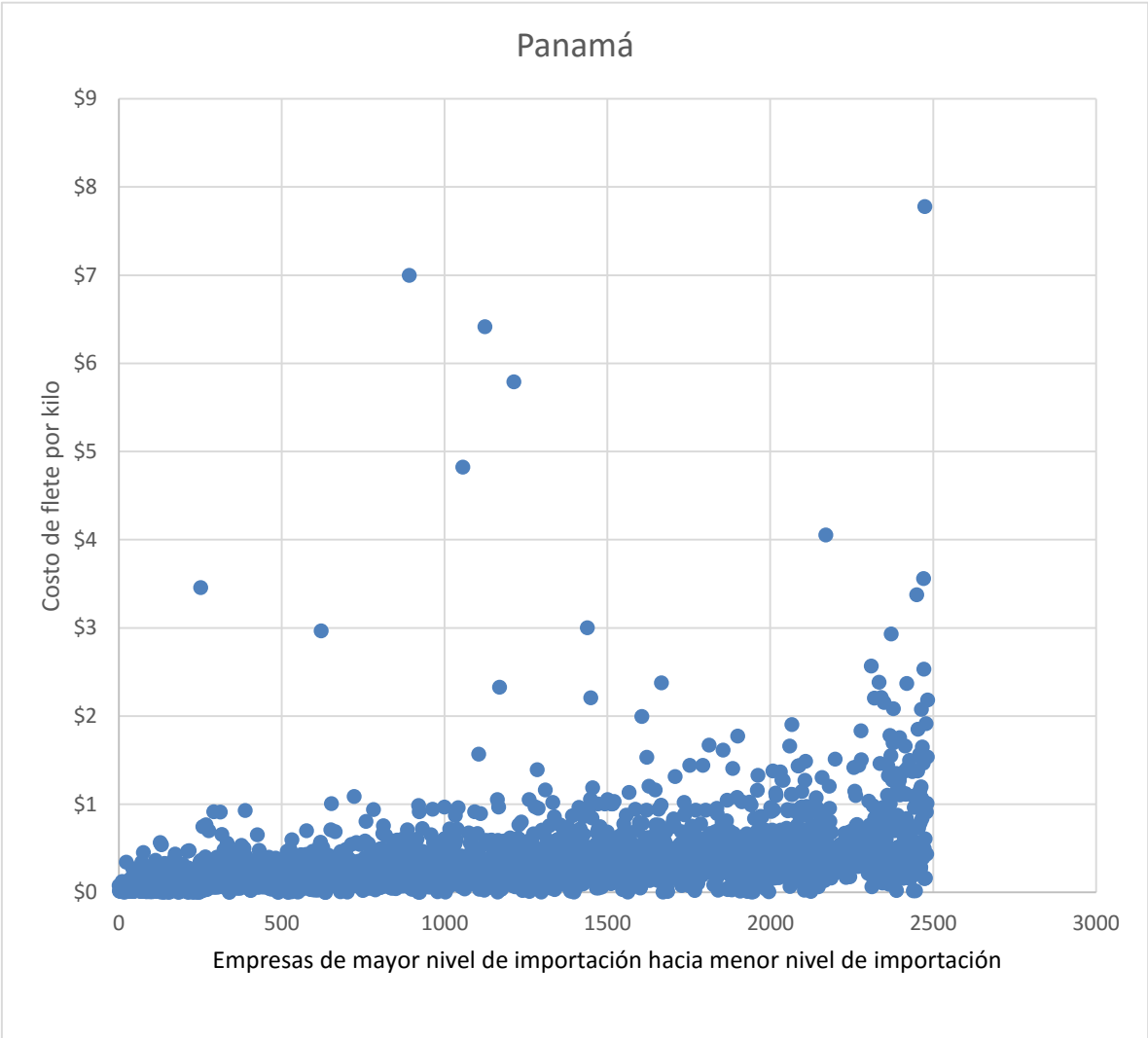


Ilustración 5. Costos de Flete por kilo con respecto a la cantidad de kilos importados en el 2015 en Panamá
Fuente: (Integración económica mundial - www.legiscomex.com, 2016)

Las importaciones realizadas desde los Estados Unidos hasta Panamá, notamos que existe un nivel constante de costos de flete por kilo, en donde la mayoría de empresas se encuentran, sin importar la cantidad de kilos que importan al país. (Legiscomex, 2015)

1.4. DIAGRAMA CAUSA – EFECTO

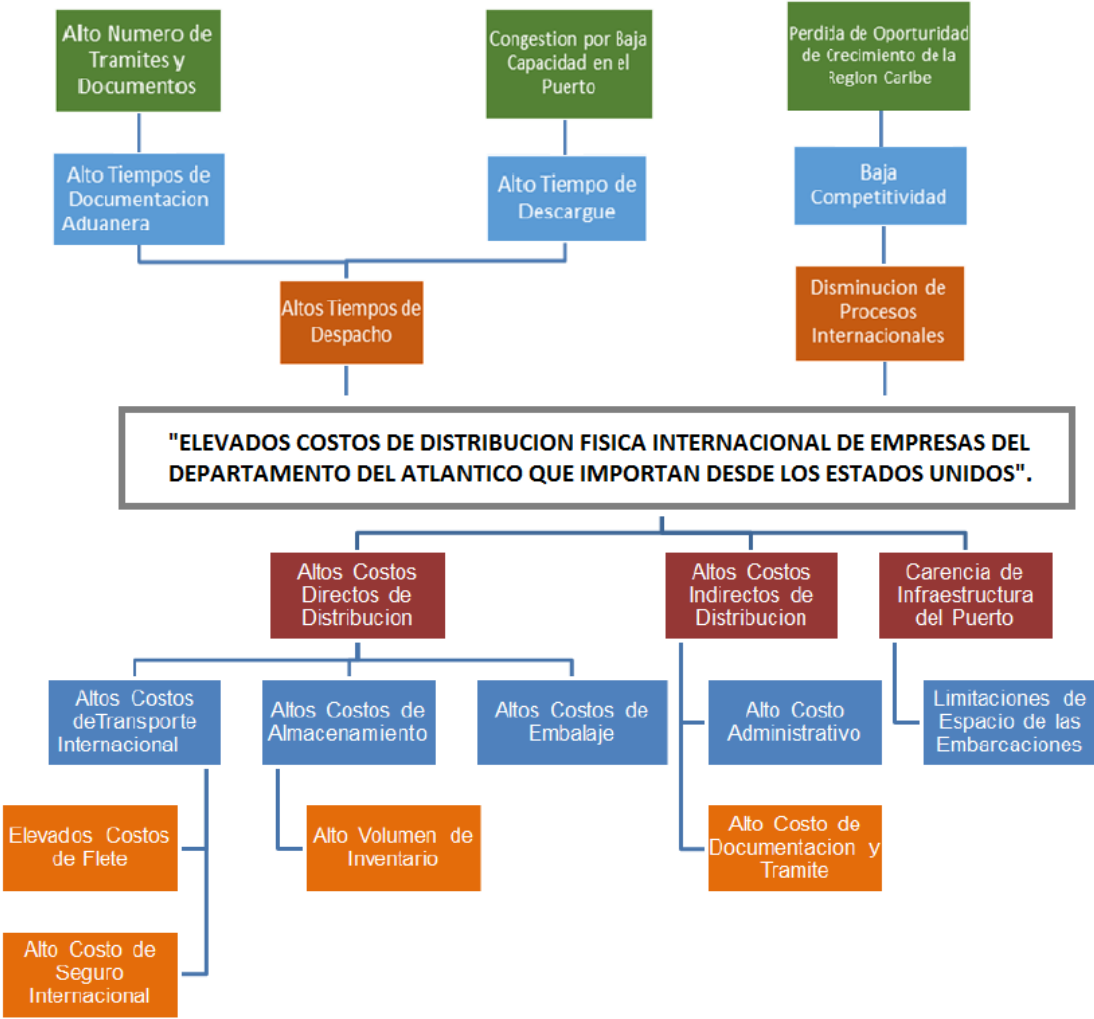


Ilustración 6. Diagrama Causa-Efecto

1.4.1. CAUSAS

- 1) Altos costos directos de distribución.
 - a) Altos costos de almacenamiento.
 - i) Alto volumen de inventario.
 - b) Altos costos de embalaje.
 - c) Altos costos de transporte internacional
 - i) Altos costos de flete
 - ii) Altos costo del seguro internacional

- 2) Altos costos indirectos de distribución
 - a) Altos costos de documentación y trámites debido al gran número de papeleo
 - b) Altos costos administrativos.

- 3) Carencia de una buena infraestructura en los puertos que mejore y facilite la importación.
 - a) Limitaciones en el tamaño de los buques que pueden ingresar.

1.4.2. EFECTOS

1. Alto tiempo de despacho
 - a. Alto tiempo de documentación Aduana
 - i. Alto número de trámites y documentos
 - b. Disminución en los proceso de internacionales
 - i. Baja competitividad del país
 - ii. Perdida de Oportunidad de crecimiento de la región Caribe

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un método en donde se dé el uso de un método de consolidación de carga en tránsito (Merge in Transit), para conocer el número de empresas ubicadas en el Departamento del Atlántico, las cuales deberían generar alianza con el fin de disminuir el costo de importación de los productos.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar un muestreo de las diferentes empresas que realicen importaciones en Departamento del Atlántico desde la costa este de los Estados Unidos.
2. Determinar los diferentes proveedores que se encuentran en la costa este de los Estados Unidos y los puntos de consolidación y puertos presentes, con el fin de poder formar los clúster para proceder con las importaciones conjuntas.
3. Generar un listado de las posibles empresas participantes y hacer respectivas averiguaciones sobre la frecuencia de pedido, los tipos de productos, las leyes aduaneras, la disposición de las empresas, etc.
4. Diseñar encuestas para establecer bajo qué circunstancias se encuentren las empresas seleccionadas y si es posible que participen en el proyecto.

5. Conocer las empresas del departamento del Atlántico que se encuentran en condiciones de participar, proceder a realizar la unión con el fin de que se realice la coalición dependiendo de las características previamente identificadas
6. Realizar la validación de la propuesta con respecto al estudio realizado, con el fin de establecer las mejoras en la solución.

1.6. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la investigación, se requiere implementar un estudio en donde se pueda conocer el análisis de los procesos de importación desde los Estados Unidos más precisamente en la Costa Este hasta la región del Caribe en Colombia. Se propone establecer nuevas estrategias para que los costos disminuyan y a su vez el inventario, como también es el aumento del nivel del servicio generando valor agregado a los clientes.

Esto se logra por medio de diseños de consolidación de cargas que benefician a las empresas del Departamento ya que de esta manera se hacen los despachos conjuntos. Se generarán beneficios como el aumento de la competitividad en la región Caribe y la eficiencia en los procesos logísticos de cada una de las empresas participantes.

Se realizara revisiones bibliográficas en donde se pueda buscar modelos propuestos que tengan la misma línea de trabajo a lo que se está buscando. Además, conocer debidamente las actividades de importación para lograr identificar aquellas variables en donde se necesite una atención de manera

urgente. Seguidamente, establecer y proponer un diseño del proceso de importación de las empresas de la región del Caribe Colombiano en donde los costos sean disminuidos.

En último lugar, se realizará la comparación del diseño propuesto con que se tenía inicialmente, y de esta manera probar la eficacia del modelo actual. Teniendo el modelo final, se procede a que sea verificada la factibilidad por medio de los estudios de mercado como también los financieros, en donde se obtengan beneficios aplicando dicho modelo.

1.7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad	Duracion Dias
Proyecto Final	97
Revisión bibliográfica 1	29
Revisión bibliográfica 2	29
Revisión bibliográfica 3	12
Capítulo 1	24
Definición del problema	14
Justificación del problema	9
Diagrama Causa Efecto	6
Objetivos	4
Metodología	4
Cronograma de Actividades	4
Diagrama De Grantt	4
Alcances y limitaciones	3
Preparación de Documento entregable	15
Preparación de Presentación	2
Entrega de documento y presentación	1
Capítulo 2	15
Marco de Referencia	3
Estado del arte	2.5
Definición de proveedores	2.5
Definición de clusters	2.5
Definición de clientes por cluster	2.5
Definición de clientes con cargas compatibles	2.5
Desarrollo de diseño conceptual de las soluciones	13
Desarrollo de diseño metodológico de las soluciones	13
Capítulo 3	30
Diseño conceptual	6
Modelo As is	19
Acercamiento a las empresas potenciales	20
Preparación de Documento entregable	6
Entrega de documento y presentación 2	1
Capítulo 4	13
Presentación de la solución	3
Solución	6
Resultados de la solución propuesta	3
Recta Final	4
Preparación de documento Proyecto final	4
Revisión de integridad de documento	4
Entrega de documento y presentación Final	1

Ilustración 7. Cronograma de actividades

1.8. DIAGRAMA DE GANTT

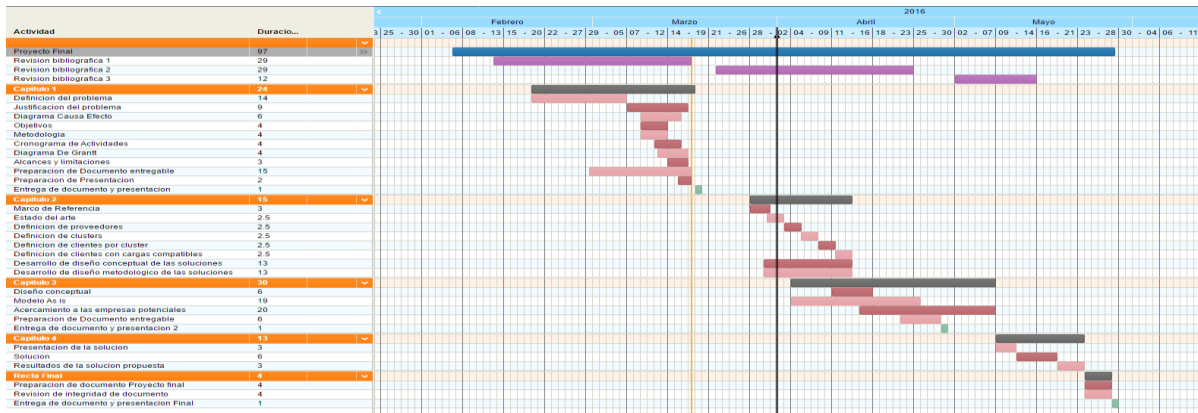


Ilustración 8. Diagrama de Gantt

1.9. ALCANCES Y LIMITACIONES

En el presente proyecto, lo que se quiere llegar es diseñar un método en donde se dé el uso del Merge In Transit (MIT) y Cross Docking, el cual tiene una relación con los costos de importación de cargas en contenedores hacia la Región Caribe Colombiana, exactamente en el Departamento del Atlántico.

Realizar la sistematización del proceso de importación con Merge In Transit Colaborativo puede ser complejo. Esto quiere decir que el tiempo que se requiera puede que sea mayor al del estipulado. Habiendo dicho esto, se tomará una muestra que será representativa de las compañías de la ciudad de Barranquilla, Atlántico que tengan procesos de importación. Como limitante para este proyecto radica en el difícil acceso a la información de los datos como el porcentaje de importación y costos de operación. Para esto se recomienda que en futuras investigaciones se realice respectivas validaciones de dichos datos actualizando estadísticas para que de esta manera tener mejores resultados lo cual se asemeje en mayor medida a la realidad.

Al final de esta investigación se espera generar un sistema de consolidación de cargas en donde se permita ver la disminución de los costos de distribución física internacional y además, demostrar la importancia de este método en las tomas de decisiones cuando se realice importaciones de cargas en contenedores provenientes de la Costa Este de los Estados Unidos hacia El Departamento del Atlántico para que de esta manera la competitividad de la región aumente para inversiones futuras.

2. CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. MARCO TEORICO

El comercio internacional se relaciona con el intercambio de bienes y servicios a través de los países y sus mercados. Al realizar esta actividad comercial, los países involucrados se benefician mutuamente al posicionar mejor sus productos, e ingresar a mercados extranjeros. Una de las actividades económicas que realiza el país Colombia es la importación de bienes o servicios de Estados Unidos y se realiza por medio de diferentes sistemas de importación.

Estados Unidos representa el 42% del mercado global de bienes de consumo, y por este motivo y para estar más cerca de sus proveedores y clientes muchas empresas del mundo deciden invertir en este país. Actualmente, están suscritos más de 14 Tratados de libre Comercio con países asociados (USDA (United States Department of Agriculture)).

Estados Unidos tiene una infraestructura portuaria compuesta por más de 400 puertos y sub puertos, de los cuales 50 manejan el 90% del total de toneladas de carga. Están localizados estratégicamente en los Océanos Pacífico y Atlántico. Algunos de los puertos estadounidenses se encuentran dentro del rango de los más grandes y de mayor movimiento de carga del mundo. Para la costa Este se destacan por la afluencia de navieras con servicio directo y regular los puertos de: Houston, Nueva York, Baltimore, Savannah, Jacksonville, Port Everglades, Miami, New Orleans y Charlestown. Por otro lado, en la costa Oeste se maneja la oferta de servicios desde Colombia, en su mayoría hacia los puertos de Los Ángeles y Long Beach (PROCOLOMBIA, 2015).

Uno de los sistemas para la realización de actividades comerciales es el despacho directo, tiene como base la distribución directa de los productos, el cual anteriormente era uno de los más utilizados en las empresas. Hoy en día a nivel internacional, para medianas o pequeñas empresas el despacho directo es una opción poco utilizada, ya que trae consigo altos costos y largos tiempos de reabastecimiento en comparación con las nuevas modalidades de despacho para el mercado actual. El sistema de despacho directo es beneficioso para artículos con alto costo y de baja demanda.

Cuando se quiere realizar el despacho directo se debe elegir un representante legal de la empresa, el cual es el responsable es el responsable de todo el proceso de distribución y el proceso aduanero. Los despachos directos, es una modalidad, la cual es usualmente practicadas por empresas grandes, ya que son gran experiencia y con beneficios ofrecidos por las aduanas, dado a estas dos anteriores características y por su buen desempeño legalmente hablando (Chopra, 2008).

Con respecto a las empresas, las cuales tienen la capacidad de realizar despachos directos, generalmente contratan a un tercero, el cual se hace cargo de todos los trámites aduaneros de la carga (agentes aduaneros), los cuales tienen mayor conocimiento sobre el tema. Cuando se utilizan los agentes aduaneros, el proceso de importación o exportación se convierte en un despacho indirecto. Al contratar un tercero se reparte el riesgo de la carga entre el agente aduanero y la empresa importadora o exportadora. Muchas empresas no emplean esta modalidad, por tanto surgió la necesidad de diseñar procesos alternativos de distribución de cargas con el fin de optimizar los costos, los tiempos y consigo aumentando el nivel de servicio de las empresas.

La consolidación de la carga en tránsito (Merge in Transit), es un proceso que se diseñó con el propósito de disminuir los costos, los tiempos y así aumentar la satisfacción de los clientes. Este modelo de consolidación en tránsito consiste en la integración de dos o más pedidos provenientes de diferentes proveedores a distintos tiempos. Los pedidos deben unificarse, dado que el proveedor que entregue de primero su pedido debe esperar al último para de esta manera se pueda realizar la consolidación del pedido. Una vez se ha realizado con la consolidación se procede a realizar el despacho de los productos a todos los clientes involucrados en el pedido; todo esto se realiza con el fin de reducir los costos logísticos de distribución tanto para la empresa como para el cliente final y a su vez agiliza y optimiza la entrega de la mercancía, disminuyendo la necesidad de almacenamiento (Timo Ala-Risku, 2003).

El objetivo de la implementación de método de consolidación de carga en tránsito (Merge in Transit) es la reducción de la necesidad de inventario ya que se realiza la centralización del almacenamiento del distribuidor y consolidar el pedido completo del cliente para que este reciba un solo pedido. El efecto de la utilización de la consolidación es la reducción del costo de almacenamiento, de transporte, reduce el ciclo del producto sin afectar la satisfacción de los clientes (O'Leary, 2000). Los productos con un alto valor comercial que incurren en alto costo de inventario, los que tiene un ciclo de vida reducido y son voluminosos, se realiza un mayor costo beneficio si se utiliza método de consolidación de carga en tránsito (Merge in Transit).

Este proceso puede abarcar diferentes empresas, y al haber múltiples empresas involucradas en la consolidación, estas deben estar en mutuo acuerdo y disposición debido a que hay diversas implicaciones de coordinación en el proceso por los diferentes volúmenes de pedido, frecuencia y posibles retrasos por parte

de alguna de las partes. El rastreo del pedido a través del tiempo y las entregas debe ser muy bien monitoreado ya que se requiere un completo control del flujo de la mercancía.

Este modelo de distribución tiene un impacto relevante en dos indicadores muy importantes para las empresas hoy en día, sin los cuales es muy difícil que una organización pueda posicionarse en el mercado como una empresa líder y competitiva: entregas a tiempo y menores costos de distribución.

Al realizar la consolidación, la empresa tiene la oportunidad de alcanzar un alto desempeño en ambos indicadores ya que esta práctica incide tanto en el aumento del número de entregas a tiempo como en la disminución del costo total. De este modo, al momento de consolidar las cargas en un punto para llevarlas a un destino común, la empresa productora genera disminución en sus costos y de esta manera brinda un mejor servicio y precio a su cliente final ya que la frecuencia de pedidos hacia un destino puede aumentar.

Poder implementar este método y llegar a ver resultados por este, requiere un alto conocimiento logístico el cual puede ser impartido por diferentes empresas prestadoras de servicios logísticos. La reducción de los tiempos de tránsito y el costo unitario competitivo que va a brindar la aplicación del método, depende en gran medida del conocimiento, infraestructura y experiencia con los que cuente el proveedor de los servicios logísticos. El ahorro de este método radica directamente en la capacidad que tenga la empresa para optimizar los diferentes recursos materiales y humanos, tecnología y flujos de valor.

En la realización de método de consolidación de carga en tránsito (Merge in Transit), las empresas involucradas deben realizar una coalición y organización a

través de un operador logístico con el objetivo de disminuir el costo de la operación logística de las empresas utilizando un centro de distribución conjunto y realizando la repartición de los costos de colaboración equitativamente (Lotte Verdonck, 2015). La efectividad de la coalición se resume en la factibilidad de la localización del centro de distribución y la asignación de los costos respectivamente. La coalición con respecto a múltiples empresas, es necesario realizar la transferencia de información sincronizando las empresas y el operador logístico con respecto a la frecuencia y cantidad de pedido. Lo que busca este método de coalición es optimizar el sistema y maximizar la eficiencia.

Al realizar la coalición es necesario que las empresas cumplan unos criterios asociados a la distancia entre la empresa y la ubicación del punto de consolidación. Un aspecto importante determinar el número de empresas que deberían coalicionar, ya que si es muy grande este número más costoso es la coordinación entre las empresas, puesto que este costo aumenta espontáneamente con respecto al número de participantes de la coalición (Mario Guajardo, 2015). Las empresas unifican la carga, realizando la optimización de la capacidad de los envíos que se manejan, teniendo en cuenta que la carga será manejada en contenedores y unificando estos pedidos será posible suplir la capacidad total del contenedor. Estas consolidaciones se pueden llevar a cabo de diferentes maneras, una de ellas es la consolidación de inventario, en donde la demanda se suple por la creación de un inventario de artículos generando envíos que cumplan la capacidad total ofrecida.

Otra modalidad encontramos la consolidación del vehículo, esta se da cuando la recolección no suple la capacidad ofrecida y se le asignan a los vehículos más de una carga ya sea de recepción o de entrega. Para este tipo de consolidación es necesario un eficiente trabajo de ruteo que optimice el proceso de entrega y recolección de las cargas (Ballou, 2004).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

- **CIF:** Sus siglas hacen referencia a “Costo, Seguro y Flete”. En esta modalidad el expedidor de la mercancía se encarga del contrato de transporte, sin embargo no asume riesgos sobre la mercancía.

- **FOB:** Sus siglas en inglés “Free on Board” las cuales hacen referencia a “Libre a Bordo”. En este caso es el comprador quien se encarga del transporte y el que asume todos los riesgos sobre la compañía.

- **Cadena de suministros:** Una cadena de suministros abarca los procesos, personas, tecnología e infraestructura que permiten que exista un cambio y distribución de una materia prima o producto a su consumidor final, con el fin de satisfacer una demanda.

- **Consolidación en tránsito:** Modelo de transporte en el que se combinan piezas provenientes de distintas ubicaciones con el fin de entregarle al cliente final un solo despacho.

- **Despacho directo:** Consiste en la entrega de la mercancía sin haber sido almacenada previamente en depósitos.

- **Agentes aduaneros:** profesional de comercio exterior el cual está al tanto de todas las normas aduaneras y la autoridad para hacer despachos de importación o exportación.

- **Cross-Docking:** es un modo de almacenamiento el cual involucra transporte de la mercancía desde el lugar de recepción hasta la plataforma de despacho pero con un mínimo de tiempo de permanencia en este lugar.

2.3. MARCO ESPACIAL

En este proyecto se llevará a cabo una investigación la cual se va a desarrollar en la ciudad de Barranquilla y el problema sobre el cual se va a indagar y tratar de resolver en este proyecto está enfocado en el análisis de los procesos de importación provenientes de la costa este de los Estados Unidos hacia el departamento del Atlántico.

2.4. MARCO TEMPORAL

En la literatura analizada asociada al estudio de la consolidación de la carga datan desde el año 1992, donde se documentan las primeras investigaciones que realizaron los primeros autores, los cuales abordan este tema. Por lo anterior, el marco temporal de este proyecto de investigación asociado a la consolidación de la carga en tránsito se basa desde 1992 hasta el 2015 que nos muestran los avances alcanzados sobre la temática analizada.

2.5. ESTADO DEL ARTE

Con respecto a la temática de investigación, la cual abarca el problema en la reducción de los costos y de tiempo en los procesos de distribución de carga, ha sido tratado a lo largo de estos años en la literatura. La mayoría de los trabajos se asocian a la disminución de los costos de los procesos de distribución de la carga, teniendo en cuenta diferentes factores que afectan el proceso. En la literatura se ha encontrado muchas propuestas que apuestan a sistemas que optimizarán los procesos de distribución de carga entre proveedores y clientes, en el cual se utiliza un tercero que prestaran los servicios logísticos.

Una de las propuestas realizadas por Ala-Risku, Kärkkäinen, & Holmström, 2003, los cuales exponen un proceso de distribución de carga basados en la consolidación de la carga en un punto de diversos envíos dirigidos a un solo receptor. Se hace uso de la consolidación en tránsito, donde se propone la reducción en costos de mantener inventario en los almacenes dado a coordinación que genera el modelo, pero además se ofrece una reducción de costos en procesos de recepción de la carga puesto que se recibe solo un pedido completo, ya que todos estos se consolidan anteriormente. Aunque se presentan limitaciones asociadas a la capacidad de intercambiar información, no solo entre el cliente un el proveedor sino también entre el operador logístico, lo cual repercute en la fluidez de la carga.

Por otra parte, se establece otro modelo llamado Cross-Docking, el cual permite transitar la carga con diferentes destinos u orígenes en un almacén logístico, con el objetivo de minimizar la colocación de mercancía en stock y de recolección de esta (Chopra, 2008). En este se maneja una mayor fluidez de material, generando un alto nivel de servicio. Este método en contraste con la consolidación en tránsito, va enfocado al transporte de mercancía a su destino final lo más rápido

posible para productos con una alta frecuencia y que además afectan el desarrollo óptimo de los procesos del receptor. El Cross-Docking es una alternativa utilizada por aquellas cadenas de distribución donde se involucran empresas manufactureras y minoristas, o subcontratistas y manufactureras (Timo Ala-Risku, 2003). En comparación con la consolidación de carga en tránsito, la cual se enfoca en realizar envíos completos al receptor de diferentes proveedores y así recibir una sola factura (Mikko Kärkkäinen, 2004).

En la literatura se le da solución a las principales limitaciones encontradas a la consolidación en tránsito como las que propone es investigador O'Leary, 2000 el cual nos destaca el uso de alternativas tecnológicas para aumentar la coordinación entre los agentes que hacen parte de una cadena de suministro. También en Chopra & Meindl, 2008 nos plantea la combinación entre las nuevas estructuras de distribución y las tecnologías de la información, como indispensables para la toma de decisiones logísticas. Nos plantea la identificación de los materiales de una forma automática con la utilización de los códigos de barra, las radiofrecuencias o cualquier otro método para identificar los tipos de cargas manejados, los cuales nos garantizan la información de compatibilidad para poder ser consolidados por cualquier método utilizado.

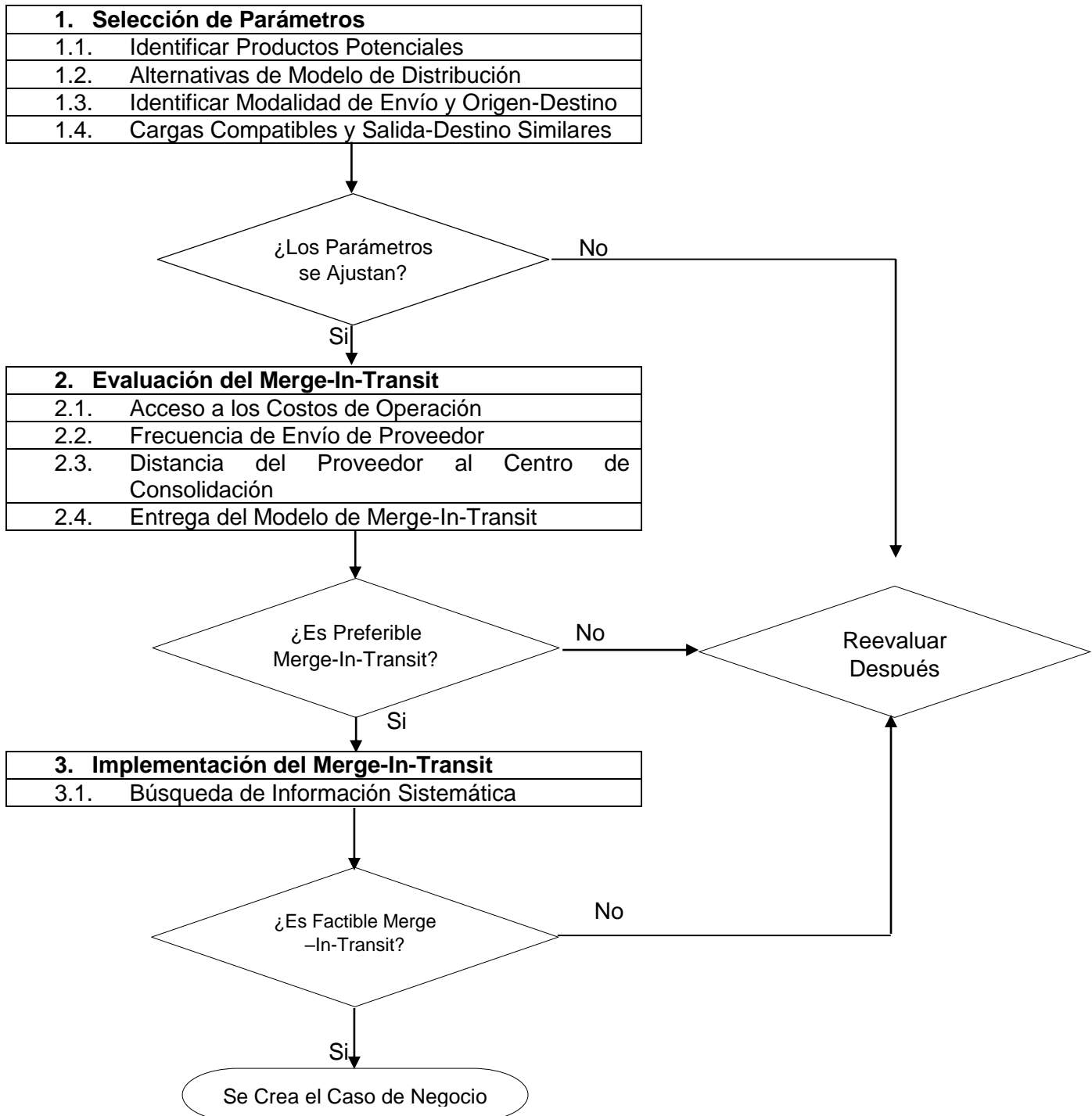
Se establecen diferentes modelaciones asociadas a la consolidación de la carga, utilizando múltiples empresas las cuales colaboran entre sí para mejorar las operaciones logísticas y la disminución de los costos de operación (Mario Guajardo, 2015). En la literatura proporcionan modelación de programación lineal mixta que simultáneamente se enfoca en la estructura de la coalición y en el costo de esta, con el fin de establecer cuantas empresas deben cooperar con el objetivo de disminuir los costos despacho de la carga sin aumentar el costo de coordinación de estas empresas. Estas consolidaciones se pueden llevar a cabo de diferentes maneras, una de ellas es la consolidación de inventario, en donde la

demanda se suple por la creación de un inventario de artículos generando envíos que cumplan la capacidad total ofrecida (Lotte Verdonck, 2015).

Finalmente, para las diferentes modelaciones se tienen en cuenta factores como frecuencia de envío, volumen de pedido, cantidad de despachos por cliente, capacidad de medio de transporte, localización del punto de consolidación, entre otros (Mario Guajardo, 2015). A partir de la literatura encontrada, se consigue plantear las bases para el desarrollo de un proceso de distribución que cumpla con los requisitos de minimización de costos y tiempos, además se enfoca en el número de empresas que se encuentran en el departamento del Atlántico cuyo proceso de importación se da principalmente desde la Costa Este de los Estados Unidos que deberían colisionar para la disminución óptima de los costos de operación logística.

3. CAPÍTULO 3. DESARROLLO CONCEPTUAL DEL MODELO PROPUESTO

3.1. DISEÑO CONCEPTUAL



El envío y la distribución física de productos es uno de los factores más importante de hoy en día para ser exitoso, muchas de las compañías están en la búsqueda de alternativas de distribución que sean prácticas y eficientes para la reducción del Lead-Time de los clientes y minimizar el costo de almacenaje de mercancía en bodegas.

Método de consolidación de carga en tránsito (Merge in Transit) es un modelo de distribución en donde diferentes envíos que provienen de múltiples destinos son consolidados en un centro en donde no se tiene inventario para cada uno de estos centros. Con esto, se remueve la necesidad de distribuir a las bodegas a lo largo de la cadena de suministro de cualquier entidad y el beneficio de este permite que los clientes reciban sus productos físicos completos.

Antes llevar a cabo la implementación del modelo de consolidación de carga en tránsito (Merge in Transit), la empresa deberá revisar su proceso actual y seleccionar los productos potenciales que mejor se ajusten al centro de consolidación. Este se considera una alternativa para productos que no requieren ser enviados por medio de despacho directo o ser guardados en bodega. Implementando el modelo en donde se consoliden las cargas hacen que su costo sea eficiente a comparación de cuando se envía por medio de una bodega.

Es meramente importante que se identifiquen los incentivos de cada uno de los proveedores, alentándolos a participar en este tipo de modelo. Además, que este ayuda en cualquier situación de distribución debido a que sus costos son más eficiente, minimizan costos de almacenaje ya que su objetivo se basa en proporcionar buenas decisiones para las cadenas de suministros que apliquen este modelo consolidación de carga en tránsito (Merge in Transit).

3.2. MODELACIÓN DE LOS PROCESOS: MODELO AS-IS

La cadena de suministro para el proceso de importación de las empresas localizadas en Colombia, empieza desde que esta conoce lo que necesita para seguir con sus procesos, contacta aquellos agentes externos (proveedores) para que de esta manera satisfacer la necesidad que la empresa necesita. A continuación, se desarrollara como es el proceso de importación de las empresas colombianas y sus diferentes actividades que comprenden desde el año 2013 a 2015. El foco de esta descripción está dirigida a las empresas ubicadas en la región del caribe colombiano, más exactamente en el Departamento del Atlántico, la cual los productos importados provienen desde la Costa Este de los Estados Unidos de América en modo marítimo (productos en contenedores de 20' o 40') que tienen como destino los puertos de Barranquilla.

I. Contactar Proveedor

Primeramente, el cliente ubicado en la región colombiana hace contacto con empresas (proveedores) del exterior en Estados Unidos. Existen dos casos, el primer caso es que la empresa ha venido trabajando con el proveedor, cuando este ocurre, se procede a presentar la necesidad (cliente) requiere por medio de una cotización, orden de compra ya sea vía telefónica o correo electrónico. Cuando se da el caso que el cliente en Colombia tiene contacto con el proveedor en Estados Unidos por primera vez, este hace una validación en donde la información que este proveedor de, sea veraz cumpliendo con requisitos como de calidad, cumplimientos de entrega, entre otros. Habiendo hecho el contacto con el proveedor, el cliente le hace saber el producto deseado, la cantidad que requiere, y el Lead-Time que este considere cuando se presente un pedido por urgencia.

Por otro lado, cuando hay varios pedidos, el proveedor establece un tiempo de espera, la fecha que estima enviar los productos y su precio del mismo empacado y embalado para transportar.

II. Manufacturar y Entregar Productos

Cuando se tienen pedidos en fila, salen primero los que están ubicados adelante y empieza los procesos de manufactura de productos que se realizó en la orden de compra inicialmente. Se sabe que la fabricación de los productos depende de la complejidad del producto y la habilidad del fabricante, aquí el cliente deberá esperar lo que estime el proveedor en entregarle dicho pedido. Cuando se tiene el producto terminado, este se embala y empaca para su envío, notificando al cliente para que lo reclame.

III. Transportar y Almacenar

Habiendo realizado la notificación sobre el producto terminado al cliente, este se dirige a contactar un Freight Forwarder Company o en español un Operador Logístico para que este realice el movimiento de los productos desde el fabricante o productor hasta un mercado, cliente o punto final. Este cliente le entrega las especificaciones detalladas de los productos como el peso y volumen, descripción de la carga. Como se mencionó anteriormente acerca de la urgencia del cliente, y cuando se presenta dicha prisa, lo que se procede a en rutar los productos en contenedores por la vía más corta y rápida. Para dicho lo que se busca es localizar el puerto de más cercanía que cumpla con las condiciones que el producto consolidado conlleva y realizar despacho directo. La otra situación se da cuando no existe el factor urgencia dentro del proceso de importación, y este es llevar los productos o carga desde la fábrica de manufacturación hasta un almacén temporal, la cual le pertenece al Operador Logístico o en su defecto esta es

subcontratada. Una vez estando los productos en el centro de consolidación, se espera a que más ordenes de pedido lleguen y estos tengan parecidos destinos o el mismo.

IV. Tramitar Documentos Aduaneros

Estando los productos en el centro de manera temporal, se lleva a cabo la documentación de impuestos que se deberán pagar para que estos tengan vía libre y salir del país. En adición, en el pago pueden ir incluidos los servicios del operador logístico en donde este se ve reflejado en el pago de la tarifa y los gastos administrativos que incurran.

V. Transportar al Puerto para Embarque

Teniendo reunido las cargas con similitud de destino, se transporta los productos hasta el puerto de embarque. El responsable de esta actividad es el operador logístico contratado, este se encarga de su manipulación de embarque-desembarque de las cargas en el puerto. Se tiene que establecer previamente las responsabilidades de las partes sobre las actividades que realizan, debido a que en ciertos casos los operadores logísticos no se hacen responsables de la manipulación de los bienes, recayendo dicho compromiso en otra persona.

VI. Seguros Internacionales

Aspecto para tener en cuenta en importaciones internacionales recae en el seguro internacional, esto se refiere al aseguramiento de la mercancía contra pérdidas o daños que se presenten. Hay seguros que cubren parcialmente la mercancía o en su totalidad de acuerdo si es perdida o daño.

VII. Envío Internacional al Puerto Destino

Cuando la mercancía se encuentra ya puesta en el transporte marítimo, la responsabilidad recae en la naviera contratada. Cuando el trayecto ha concluido y haya trazado la ruta y estaciones previamente estipuladas en otros puertos cercanos y finalmente llegue al de destino, este se atraca en el puerto.

VIII. Nacionalizar Carga y Pagar Aranceles

Sigue las actividades de nacionalización de carga y pago de aranceles, en donde se muestran los documentos relacionados a los productos que están entrando y se paga los aranceles adecuados. Teniendo el visto bueno, se procede al retiro de la mercancía de la zona portuaria.

IX. Distribuir a Punto de Entrega Final

Un tramo final se hace desde el puerto destino hasta el punto de entrega, esta es responsabilidad del comprador o del operador logístico que previamente se contrató para que realice dicha actividad y llegue al punto final.

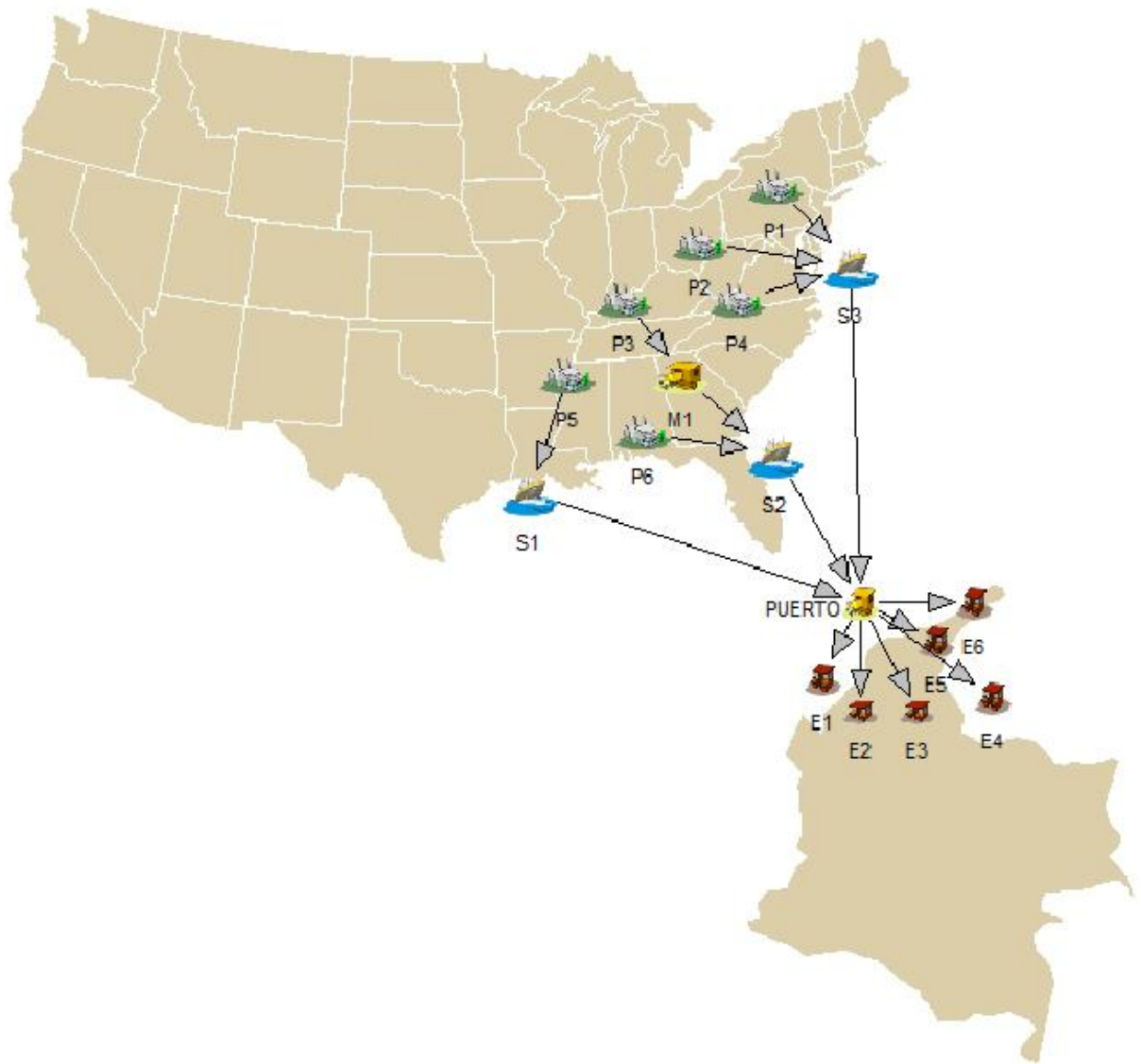


Ilustración 10. Proceso de Importación de Empresas del departamento del Atlántico

Fuente: Autoría Propia

3.3. PERFIL DE LAS EMPRESAS

Para comenzar con la definición del perfil de las empresas que van a ser tenidas en cuenta en el proyecto inicialmente se descargó de la página web Legiscomex todas las transacciones realizadas por empresas del departamento de Atlántico las

cuales realizaban importaciones desde los Estados Unidos entre los años 2013 y 2015.

Para tener un fácil manejo de la base de datos se eliminaron una serie de columnas que no iban a ser utilizadas en el proceso de depuración que se iba a realizar. Las columnas eliminadas de la base de datos fueron: Bancos, Tipo de declaración, Fecha declaración, Fecha declaración anterior, Numero declaración anterior, Aduana de declaración anterior, Numero declaración exportación anterior, Fecha declaración de exportación anterior, Aduana exportación anterior, Código agente aduanero(9 dígitos), Usuario agente aduanero, Código Usuario, Código importador(9 dígitos), Acuerdo tratamiento arancelario, Registro/licencia, Año licencia, Oficina ministerio de comercio, Contrato plan vallejo, Nit del exportador, Numero de manifiesto, Numero de aceptación, Fecha de aceptación, Valor pagos anteriores, Numero de cuotas, Valor cuota, Periodicidad cuota, Fecha cuota, Recibo, Fecha de recibo, Declaración de cambio, Forma de pago.

Las columnas que se mantuvieron debido a su posible relevancia fueron: Aduana, Agente aduanero (10 dígitos), Código agente aduanero (10 dígitos), Actividad económica importador, Código depósito, Depósito, Fecha de factura, Tasa de cambio.

Fue necesario realizar una depuración de las empresas debido a que había una extensa lista de 264131 transacciones, esta depuración se realizó de acuerdo a diferentes criterios encontrados luego de realizar la revisión literaria.

Los principales criterios que fueron tenidos en cuenta para la depuración de la base de datos fue que las empresas importadoras estuvieran localizadas en el departamento del atlántico, que sus proveedores se encentraran en estados

Unidos y por último que la carga que se iba a transportar fuese compatible, que no incluyera productos a granel, químicos, farmacéuticos y alimenticios ya que estos son regulados por el INVIMA lo cual hace que este tipo de carga tenga un tratamiento de transporte especial.

Uno de los criterios por el cual se decidió no incluir a empresas importadoras de alimentos en el proyecto de consolidación de cargas, es por el cuidado especial

DE LAS CAMARAS FRIGORIFICAS PARA ALMACENAMIENTO DE CARNES

ARTICULO 18. Además de los requisitos establecidos en las normas relativas a fábricas de alimentos, las cámaras frigoríficas deberán cumplir con los requisitos que en el presente decreto se establecen

ARTICULO 19 Las cámaras frigoríficas destinadas al almacenamiento y conservación de las carnes deberán tener capacidad suficiente para la recepción diaria y disponer de suficientes espacios libres que faciliten la circulación y la revisión de las canales

PARAGRAFO. Cuando se utilicen productos de la pesca las fábricas deberán poseer cámaras destinadas exclusivamente para el almacenamiento del pescado

ARTICULO 20. Las cámaras frigoríficas deberán estar provistas de termómetro de máxima y mínima higrómetro rieles y ganchos para el izado de las canales

ARTICULO 21. Para salmueras y carnes congeladas en bloque, las cámaras frigoríficas deberán disponer de estantes y recipientes hechos de material inalterable y no tóxico

ARTICULO 22 Las cámaras frigoríficas para almacenamiento de carnes, estarán a una temperatura de 0 a 4°C y a una humedad relativa de 90 a 95%

PARAGRAFO. Cuando se almacenen carnes por tiempo prolongado la planta deberá poseer cámaras de congelación que garanticen que los productos se mantengan a temperaturas no superiores a - 18°C

ARTICULO 23 No deberán almacenarse en las cámaras frigoríficas para almacenamiento de carnes sustancias o productos diferentes a la carne vísceras grasas y subproductos comestibles de animales de abasto

ARTICULO 24. En las cámaras frigoríficas para el almacenamiento de carnes no se podrán depositar productos procesados o Que estén en proceso

Ilustración 11. Artículos que regulan la importación de frigoríficos

Fuente: (Decreto número 2162 de 1983-Ministerio de salud, 2016)

que estos requieren. El Ministerio de Salud, mediante el decreto número 2162 de 1983, establece distintas restricciones y requisitos que deben tener los contenedores en los que son importados los alimentos. Dichas normas se presentan a continuación.

Los productos químicos tienen una serie de licencias que se deben sacar con anticipación a la importación, es por esto que este tipo de productos tampoco son tenidos en cuenta al momento de realizar la consolidación de las cargas. A continuación se muestran las licencias declaradas por el Ministerio de Justicia en el artículo “Control para el Manejo de Sustancias Químicas”, necesarias para la importación de productos.

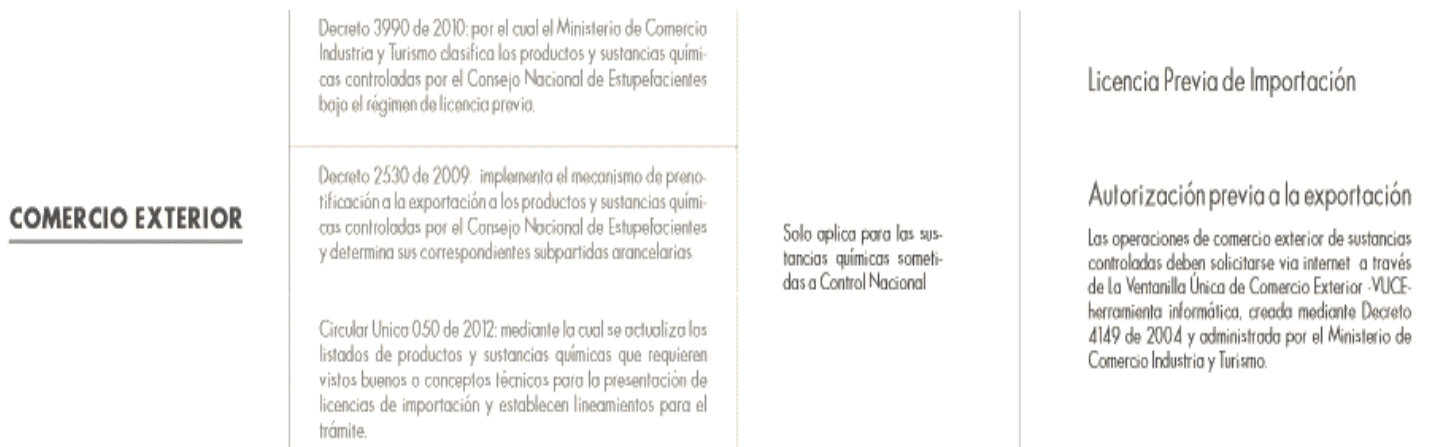


Ilustración 12. Decretos que regulan importación de productos químicos

Fuente: (Decreto número 3990 de 2010-Ministerio de salud, 2016)

A la base de datos se le continuó realizando una depuración la cual se basó principalmente en filtrar las empresas según los siguientes criterios:

- Su tipo de exportación, dejando las reembolsables y no reembolsables.
- Su lugar de ingreso, establecido en barranquilla (247967 registros)
- Cuyo país de procedencia, de compra y de exportador, es estados unidos (95127 registros)
- La vía de transporte será marítimo (69327 registros)

Para organizar la información de la base de datos depurada que se había obtenido, se realizó una tabla dinámica la cual nos indicó que 2615 empresas realizaban importación desde los estados unidos hacia la costa Atlántica entre el año 2013 y 2015. A este grupo de empresas se le aplicó un filtro el cual consistía en eliminar las empresas que no pedían por lo menos una vez en cada uno de los años evaluados, nos dejó un total de 415 empresas, por tanto se redujo en un 84,13% la cantidad de empresas lo que nos facilitó el manejo de estas.

Posteriormente a través de la base de datos se consiguieron las direcciones de los proveedores de las empresas filtradas, y se obtuvieron 1736 proveedores para las 415 empresas. Se realizó la clasificación de las empresas con respecto a una tabla de Pareto de acuerdo a su repercusión con respecto al volumen de la carga de importación del departamento del Atlántico en el año 2015. El total de toneladas que se importaron para el departamento del atlántico fue de 647.450 toneladas y estos fueron los resultados que se obtuvieron.

Tabla 2. Porcentaje de importación de las empresas.

Clasificación Empresa	Número de empresas	% Contribución Importación
Clase A	13	80%
Clase B	24	15%
Clase C	48	4%
Clase D	330	1%

A partir de esta tabla se hace una clasificación más profunda y definitiva de las empresas con las que vamos a trabajar. Las empresas de la clase A y B son descartadas ya que son empresas con una alta cantidad y frecuencia de exportación, con un gran músculo financiero y las cuales debido a su largo trayecto en este campo no se van a encontrar interesadas en participar en el MIT colaborativo. Por otro lado las empresas de la clase D también son descartadas ya

que son una gran cantidad y su aporte a las importaciones del departamento es bastante pequeño. Por lo tanto las empresas con las que vamos a trabajar son las empresas de la clase C. Con esto ya tenemos una cantidad bastante reducida de empresas.

Seguidamente se establecen las familias de producto, las cuales son importadas por las empresas del departamento del Atlántico desde la costa este de los Estados Unidos.

Tabla 3. Descripción de la familia de productos importados por las empresas del departamento del Atlántico

REFERENCIA	DESCRIPCIÓN DE CARGA
P1	Cinc y sus manufacturas
P2	Níquel y sus manufacturas
P3	Cobre y sus manufacturas
P4	Guata, fieltro y tela sin tejer; hilados especiales; cordeles, cuerdas y cordajes
P5	Productos editoriales, de la prensa y de las demás industrias gráficas
P6	Filamentos sintéticos o artificiales
P7	Madera, carbón vegetal y manufacturas de madera
P8	Caucho y sus manufacturas
P9	Papel y cartón
P10	Herramientas y útiles, artículos de cuchillería y cubiertos de mesa, de metal común
P11	Vehículos automóviles, tractores, velocípedos y demás vehículos terrestres, sus partes y accesorios
P12	Instrumentos y aparatos de óptica, fotografía o cinematografía, de medida, control o precisión
P13	Plástico y sus manufacturas
P14	Manufacturas de fundición, hierro o acero
P15	Aluminio y sus manufacturas
P16	Fundición, hierro y acero
P17	Máquinas, aparatos y material eléctrico, y sus partes
P18	Manufacturas de cuero
P19	Reactores nucleares, calderas, máquinas, aparatos y artefactos mecánicos

3.4. MODELACIÓN INICIAL

Habiendo realizado los filtros pertinentes mencionados, se obtiene cuarenta y ocho (48) empresas. Estas son las que mayor potencial tienen para participar en el método y proyecto del modelo de consolidación de carga en tránsito (Merge in Transit). Dichas cuarenta y ocho (48) empresas tienen ciento sesenta y cinco (165) proveedores localizados en Estados Unidos de América en los siguientes puntos:



Ilustración 13. Mapa de proveedores

Fuente: Autoría Propia

Posteriormente se realiza una tabla en donde contiene la frecuencia de envió diaria de los proveedores y con base en esto se procede a la unión o consolidación de los proveedores en los Estados Unidos.

A continuación la tabla:

Tabla 4. Frecuencia de envió diario de los proveedores

	Límite Inferior	Limite Superior	Frecuencia Acumulado	Frecuencia
Clase 1	1,9	45,2	30	30
Clase 2	45,2	88,4	54	24
Clase 3	88,4	131,7	78	24
Clase 4	131,7	175,0	93	15
Clase 5	175,0	218,3	106	13
Clase 6	218,3	261,5	120	14
Clase 7	261,5	304,8	140	20
Clase 8	304,8	348,1	140	0
Clase 9	348,1	391,4	165	25

Observando la tabla para el análisis del modelo pre-liminar. A continuación se muestra la gráfica de los proveedores correspondientes a los ciento sesenta y cinco proveedores dentro de los Estados Unidos.



Ilustración 14. Mapa de proveedores

Fuente: Autoría Propia

Nota: En la gráfica se muestran los proveedores (Indicador rojo), los posibles puntos de consolidación (cuadros verdes) y los posibles puertos (círculos morados)

El siguiente paso fue recoger la información de las coordenadas cartesianas de cada uno de estos proveedores. Teniendo los puntos localizados se procedió a implementar según el artículo “Genetic algorithm-based clustering technique” el método de clusterización k-means que en español es k-medias. (Ujjwal Maulik, 2000) Con la ayuda del programa AMPL mas un código base (Muñoz Aguirre, 2014) se obtuvieron los diferentes clústeres ubicados en el norte de Estados Unidos.

A continuación se muestra la modelación de clusterización k-means, y seguidamente se muestra la corrida con anterioridad en el programa AMPL.

Los pasos para la realización del algoritmo k-medias son los siguientes:

Paso 1: Escoger un k inicial de agrupaciones z_1, z_2, \dots, z_k aleatoriamente desde los n puntos x_1, x_2, \dots, x_n .

Paso 2: Asignar punto $x_i, i=1,2,\dots, n$ para agrupar $C_j, j \in \{1,2,\dots, k\}$ si y solo si $\|x_i - z_j\| < \|x_i - z_p\|, p= 1,2,\dots,k, y j \neq p$

Paso 3: Computar los nuevos centro de consolidación $z_1^*, z_2^*, \dots, z_k^*$ como se muestra a continuación:

$$z_i^* = \frac{1}{n_i} \sum_{x_j \in C_i} x_j \quad i=1,2,\dots,k$$

Donde:

n_i = el número de elementos pertenecientes al clúster C_i .

Paso 4: Si $z_i^* = z_i, i= 1,2,\dots,k$ entonces finaliza, sino continua desde el paso 2.

La tabla de resultados se presenta en el anexo1

Nota: Se agregó un componente de frecuencia, en donde se restringe a los integrantes de un clúster dependiendo del número de veces que envían productos a las Empresas del departamento del Atlántico.

A continuación la ilustración muestra la división de los proveedores en los Estados Unidos los cuales se agruparan para crear los clúster que seguidamente enviaran sus productos al punto de consolidación indicado.

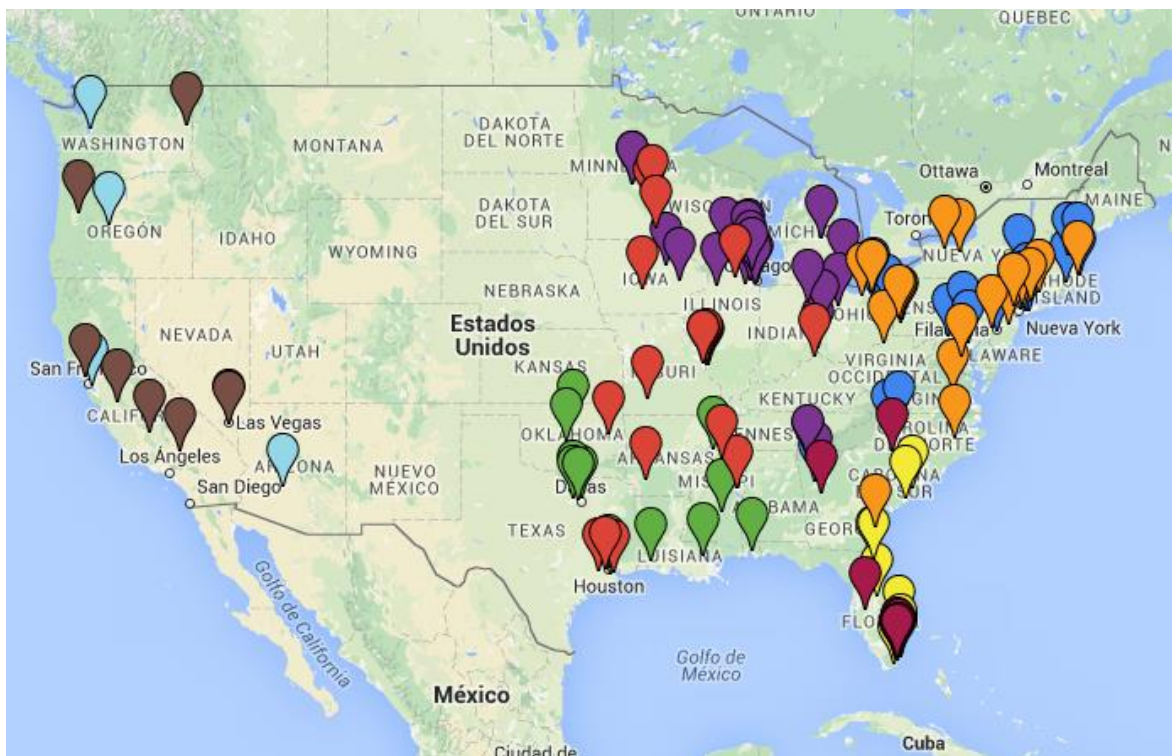


Ilustración 15. División de los proveedores en los Estados Unidos

Fuente: Autoría Propia

Tabla 5. Clasificación de Clúster

NUMERO DE CLUSTER	COLOR	NUMERO DE PROVEEDORES
1	Azul Oscuro	19
2	Verde	13
3	Amarillo	42
4	Morado	26
5	Naranja	22
6	Rojo	19
7	Violeta	12
8	Azul Claro	4
9	Marrón	8

El modelo que se desarrolla a continuación toma como base el modelo desarrollado en el paper “Optimal Design of Merge-in-Transit Distribution Networks” (Cole & Parthasarathy, 1998), el cual como su nombre lo indica, busca desarrollar el mejor diseño de una red de consolidación en tránsito; para esto se busca definir hacia qué punto de consolidación de carga (M_i) debe un proveedor (P_i) enviar el pedido, cuantos contenedores deben armarse, ya sea de 20” o de 40”, en cada punto de consolidación, junto con el puerto (B_i) al que este tercero debe enviar toda la carga. La función objetivo busca minimizar los costos, teniendo en cuenta las distancias recorridas, el tipo de contenedor, los costos de manejo de carga en cada punto de consolidación y los costos por contenedor en los puertos disponibles.

A continuación se muestra la denotación del modelo:

3.5. DENOTACIÓN DEL MODELO

3.5.1. CONJUNTOS

P - Conjunto proveedores

M - Conjunto puntos de consolidación

B – Conjunto puertos potenciales

EP – Conjunto de productos de proveedor

F – Tipo de contenedor

3.5.2. PARÁMETROS

$Dist_{ijk}$ – Distancia nodo i a nodo j ($i \in P \cup M, j \in M \cup B$)

C_{ijk} - Costo enviar nodo i a nodo j ($i \in P \cup M, j \in M \cup B$)

V_k - Volumen de cada producto k ($k \in EP$)

F_{ik} - Costo manejo en nodo i para tipo k ($i \in B, k \in F$)

D_i - Demanda (Producto solicitado a importar) desde nodo i ($i \in P$)

R_i - Capacidad de punto de consolidación i ($i \in M$)

RC_i - Capacidad de volumen de contenedor i ($i \in F$)

3.5.3. VARIABLES INDEPENDIENTES

x_{ij} - Variable Binaria 1 para abierto, 0 para cerrado ($i \in P \cup M, j \in M \cup P$)

w_{ijk} - Contenedores de i a j de tipo k ($i \in M, j \in B, k \in F$)

3.5.4. VARIABLES DEPENDIENTES

z_{ijk} - Cantidades de producto de nodo i a nodo j de tipo k ($i \in P \cup M, j \in M \cup B, k \in EP$)

3.5.5. FORMULACIÓN MATEMÁTICA

Minimizar:

(1)

$$\sum_i \sum_j \sum_k x_{ij} \text{Dist}_{ij} C_{ij} V_k z_{ijk} +$$

$$\sum_i \sum_j \sum_k w_{ijk} F_{ik} +$$

$$\sum_i \sum_j \sum_k x_{ij} V_k F_{ik} z_{ijk}$$

3.5.6. RESTRICCIONES

$$\sum_j x_{ij} = 1 \quad \forall i \in P, j \in M, k \in EP \quad (2)$$

$$\sum_j z_{ijk} x_{ij} \geq D_i \quad \forall i \in P, j \in M, k \in EP \quad (3)$$

$$\sum_m z_{jmp} x_{jm} = \sum_i z_{ij} \quad \forall i \in P, j \in M, m \in B, p \in F \quad (4)$$

$$R_j \geq x_{ij} V_{ijk} z_{ijk} \quad \forall j \in M, k \in EP \quad (5)$$

$$w_{ijk} RC_k \geq z_{ijp} V_p x_{ij} \quad \forall i \in M, k \in F, j \in B, p \in EP \quad (6)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad \forall i \in P \cup M, j \in M \cup B \quad (7)$$

$$z_{ijk} \geq 0 \quad \forall i \in P \cup M, j \in M \cup B, k \in F \quad (8)$$

$$w_{ijk} \geq 0 \quad \forall i \in M, j \in B, k \in F \quad (9)$$

La ecuación 1 es la función objetivo que busca minimizar los costos de transporte, los costos de manejo en puertos y los costos de manejo en los puntos de consolidación; los costos de transporte dependen de que el nodo este abierto, de la distancia lineal entre los nodos, un factor de costo por volumen, las cantidades transportadas, el volumen de cada producto/paquete y las cantidades de estos transportadas. Los costos de manejo de puertos dependen del tipo de contenedor enviado a estos. Los costos en los puntos de consolidación dependen del volumen de cada producto, de un costo asociado al volumen, de que el nodo este activo y de las cantidades de productos en este nodo.

La ecuación 2 se encarga de asignar un solo punto de consolidación a cada proveedor.

La ecuación 3 establece que la totalidad de productos iniciales en un proveedor debe encontrarse asignada a un punto de consolidación abierto, con el fin de que no quede carga en proveedores.

La ecuación 4 se encarga de abrir los nodos de puertos que permitan que toda la carga contenida en ese punto de consolidación sea trasladada hacia los puertos.

La ecuación 5 restringe la asignación de proveedores que exceda la capacidad de manejo del punto de consolidación.

La ecuación 6 establece cuantos contenedores deben enviarse del punto de consolidación a determinado puerto, además de establecer que el contenido total asignado debe ser menor a la capacidad del contenedor.

Las ecuaciones 7,8 y 9 restringen los valores negativos.

Como se puede notar, el modelo entrega resultados sobre que proveedores y puntos de consolidación deben unirse, como debería ser la configuración básica de cantidad de contenedores para que cumplan las condiciones de peso y el volumen de los productos involucrados. Además selecciona el mejor puerto para dicho envío de los contenedores, tomando las decisiones en base a que se minimice el costo total logístico de importación física en la Costa Este de los Estados Unidos que tendrá repercusión en los costos de los importadores del Departamento del Atlántico.

El siguiente paso será implementar el modelo en un grupo mayor de proveedores, con datos actuales, que permita un acercamiento a las empresas importadoras con toda la información que les permita decidir a ellas participar o no de importaciones conjuntas.

3.6. MODELO DE DESPACHOS

Para realizar este informe se desarrolló únicamente el análisis de un clúster el cual nos va a dar las generalidades que se necesitan para obtener la información deseada.

Se realizara el método que corresponde a la situación actual, que es la siguiente situación:

- I. Las empresas ordenan cada tipo de producto y se entrega de manera independiente. (despacho directo)

3.6.1. MODELO DESPACHO DIRECTO

El modelo seleccionado hace referencia a la aplicación de un modelo de despacho directo utilizando las formulas del EOQ, descritas anteriormente, seguidamente se identificaran los diferentes costos para las empresas utilizando el despacho directo sin realizar consolidación de las cargas importadas.

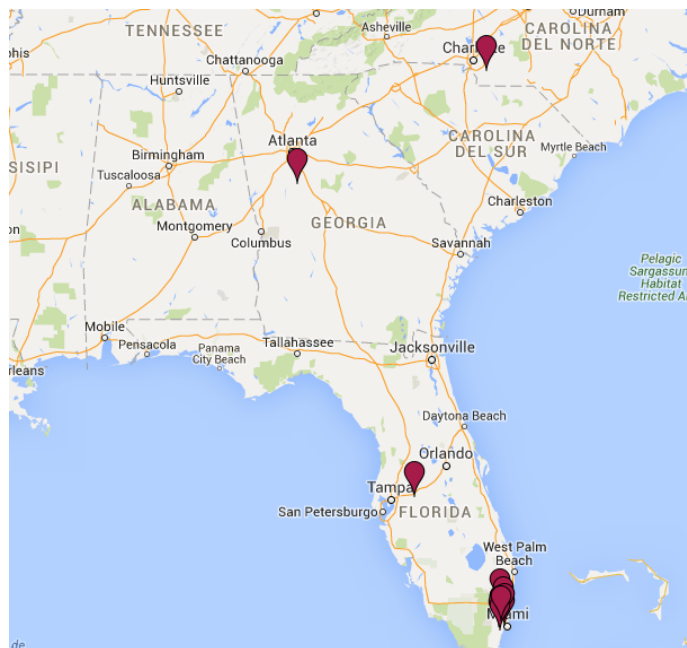


Ilustración 16. Clúster utilizado para probar el modelo

Tabla 6. Costo total anual del Modelo 1

Nombre Importador	Nombre Proveedor	Familia de Producto	Peso Neto Kg	Volumen m ³	Valor FOB USD	Valor CIF USD	Transacciones Anuales	Frecuencia (Día)
I1	P1	Acero y sus manufacturas	3941.84	0.5008691	\$ 27,731	\$ 29,348	3	119
I2	P2	Zinc y sus manufacturas	16610.68	2.3264258	\$ 104,922	\$ 118,648	10	36
I3	P3	Cobre y sus manufacturas	7214.55	0.8069966	\$ 57,159	\$ 60,215	5	71
I4	P4	Níquel y sus manufacturas	56250	6.3202247	\$ 93,831	\$ 99,967	4	89
I5	P5	Caucho y sus manufacturas	251.48	0.2647158	\$ 3,352	\$ 3,996	6	59
I6	P6	Acero y sus manufacturas	973.41	0.1236861	\$ 14,921	\$ 15,789	7	51
I7	P7	Acero y sus manufacturas	70307.5	8.9336086	\$ 74,982	\$ 86,641	5	71
I8	P8	Papel y cartón	154.88	1.1913846	\$ 4,765	\$ 4,877	5	71
I9	P9	Papel y cartón	93.85	0.7219231	\$ 6,833	\$ 6,902	3	119
I10	P10	Zinc y sus manufacturas	2076.85	0.2908754	\$ 102,689	\$ 104,217	4	89
I11	P11	Acero y sus manufacturas	12777.23	1.6235362	\$ 190,771	\$ 203,429	4	89
I12	P12	Papel y cartón	325.52	2.504	\$ 5,944	\$ 6,172	6	59
Total:					\$ 687,902	\$ 740,203		

Nota: Se utilizara la nomenclatura observada para las empresas con sus respectivos proveedores para proteger su identidad. Los datos utilizados hacen fidelidad a la realidad.

En la tabla anterior se puede observar un resumen del costo total de envío de los productos en el año 2015. En la primera columna tenemos la empresa importadora en el departamento del Atlántico, en la segunda columna está el proveedor de los Estados Unidos, luego está el peso total de los productos importados durante todo el año, el costo de importación total anual y la frecuencia con la que se realiza el pedido anualmente. En conclusión, esta tabla nos permite cuantificar el costo total anual de los pedidos realizados el cual es de \$687.902 dólares para el FOB y \$740.203 dólares para el CIF. Se encuentra una diferencia en los dos costos ya que como se explicó anteriormente el FOB son los costos hasta que sale del puerto desde los Estados Unidos hasta Colombia; el CIF son los costos hasta que llega al puerto de Colombia desde los Estados Unidos.

4. CAPÍTULO 4. ACCIONES DE MEJORA DE PROPUESTAS Y ANALISIS

4.1. MODELO PARA LA REALIZACIÓN DE CLÚSTER

Inicialmente se toma como referencia el Modelo 1: Despachos Directos. Como se explicó anteriormente, nuestro modelo busca la reducción de costos de importación mediante la unión de diferentes empresas para que se realice una consolidación de cargas entre ellas y de esta manera los costos sean repartidos y aminorados. Para realizar dicha unión se tuvieron en cuenta 34 empresas de los Estados Unidos las cuales importaban hacia el departamento del Atlántico y tenían cargas compatibles las cuales se especificaron anteriormente. Estas empresas fueron separadas dependiendo de su ubicación geográfica para una mejor agrupación.

Luego se realizó el agrupamiento mostrado en la ilustración 9 con el modelo matemático de agrupación de clúster desarrollado, haciendo referencia a la oportunidad de agrupar los pedidos de las diferentes empresas en un solo despacho con el objetivo de repartir y minimizar los costos de las importaciones.

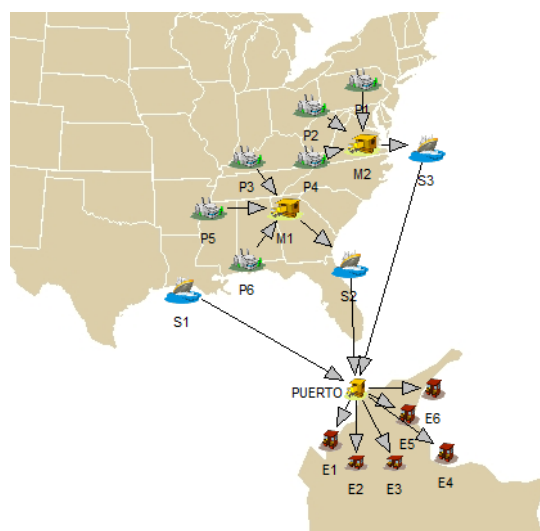


Ilustración 17. Modelo 2: Despacho conjunto

Proveedores / Consolidador				Consolidador / Puerto		
	m12	m43	m45		b1	b4
p132	0	1	0	m12	0	1
p133	0	1	0	m43	1	0
p139	0	1	0	m45	1	0
p143	0	1	0			
p149	0	0	1			
p153	1	0	0			
p154	0	1	0			
p159	0	0	1			
p160	0	1	0			
p161	1	0	0			
p162	0	0	1			
p163	0	1	0			

Ilustración 18. Solución esperada del modelo de consolidación de la carga

La solución que se obtuvo utilizando en método de consolidación de la carga, se puede observar que asigna a varios proveedores hacia un consolidador de acuerdo a las distancias entre ellos y a los costos de manejo de esta carga, buscando la mejor ruta de consolidación que genere los costos más bajos; en el caso del clúster seleccionado, se utilizaran dos consolidadores en Miami y uno en Charleston, desde donde se enviara la carga consolidada hacia los puertos de cada ciudad.

Tabla 7. Costos desde los proveedores hasta los puntos de consolidación

N	Prov	m12	m43	m45	Costo Consolidador	Costo Transporte	Costo Contenedor
132	p1	0	1	0	800	4631	
133	p2	0	1	0	3648	2354	
139	p3	0	1	0	1238,4	238	
143	p4	0	1	0	10080	3509	
149	p5	0	0	1	416	153	
153	p6	1	0	0	198,9	2427	
154	p7	0	1	0	14144	3109	
159	p8	0	0	1	1792	739	
160	p9	0	1	0	1152	249	
161	p10	1	0	0	1632	4591	
162	p11	0	0	1	720	692	
163	p12	0	1	0	3888	727,	
Total					39709,3	23424	8992

La tabla anterior es un desglose realizado con el fin de analizar los costos sobre los que trabaja el modelo, los costos en consolidador, que son los que se incurren por mantener la carga hasta que se realice el envío conjunto, luego se encuentra el costo por transporte, que equivale al movimiento de la carga entre los participantes, para finalizar, se desconoce el costo asociado al contenedor para cada empresa individual, solo se conoce el costo incurrido en contenedores para el clúster, ya que siendo la carga compatible en cuanto a manejo, sus características de volumen y peso difieren, aun así se puede conocer el Costo Total Anual de importación para este clúster, que es de \$ 72,723 dólares.

A continuación se muestra la ilustración sobre la situación esperada del modelo:

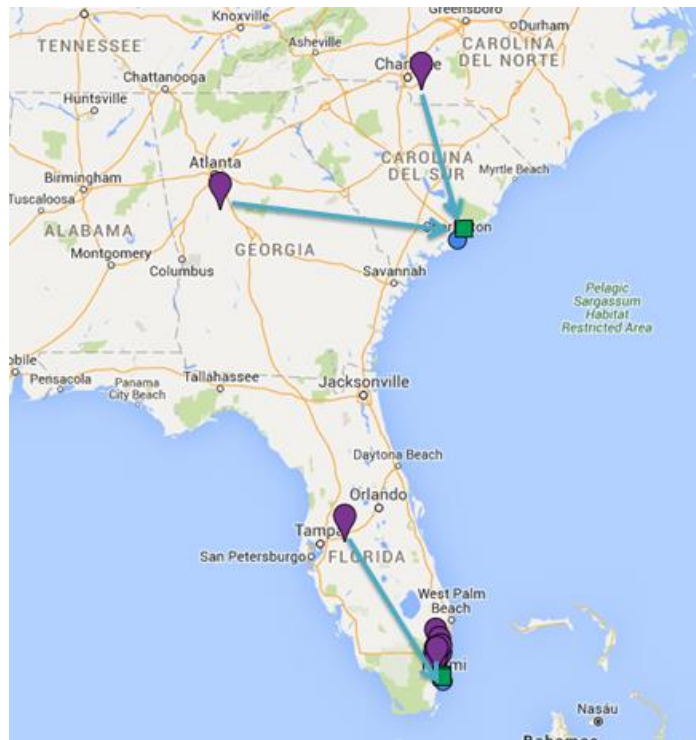


Ilustración 12. Localización de Proveedores, Punto de Consolidación y Puerto de Miami

5. CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE VIABILIDAD DEL DISEÑO PROPUESTO

5.1. VIABILIDAD ECONÓMICA

En esta parte del trabajo se prosigue a realizar el análisis de los costos en los que incurre cada modelo. De este modo se realizara la factibilidad del proyecto y se realizaran las respectivas conclusiones.

A continuación se calcularán los costos de importación incurridos en el transporte marítimo de despacho de las mercancías.

5.1.1. COSTEO MODELO DESPACHO DIRECTO

El modelo despacho directo hace referencia al estado actual del proceso de importación de las empresas ubicadas en el departamento del atlántico las cuales reciben mercancía procedente de la costa este de los Estados Unidos, específicamente en Miami. Seguidamente se describe el modo en que se obtuvieron cada uno de los elementos de costos.

En la tabla número 9 se pudo observar un resumen del costo total de envío de los productos en el año 2015. Se puede observar en la tabla el peso y volumen total anual de las empresas del departamento del Atlántico que realizan importaciones de los productos descritos anteriormente y los costos totales anuales que representa la realización los despachos de mercancía por parte de cada una de las empresas individualmente, el cual corresponde a \$573.244 dólares.

Se realiza una comparación de las importaciones de las empresas escogidas para el análisis del modelo y se encontró que cada una de las empresas realiza importaciones de familias de productos diferentes que son compatibles entre sí. Posteriormente se hace un análisis con respecto al porcentaje de importación que realiza cada una de las empresas según su tipo de producto dentro de la agrupación.

Tabla 8. Tabla de porcentaje participación en clúster

Nombre Importador	Nombre Proveedor	Familia de Producto	Peso Neto Kg	Volumen m ³	Valor FOB USD	Valor CIF USD	Frecuencia (Día)	% de Importación
I1	P1	Acero y sus manufacturas	3941.84	0.5008691	\$ 27,731	\$ 29,348	119	4%
I2	P2	Zinc y sus manufacturas	16610.68	2.3264258	\$ 104,922	\$ 118,648	36	16%
I3	P3	Cobre y sus manufacturas	7214.55	0.8069966	\$ 57,159	\$ 60,215	71	8%
I4	P4	Níquel y sus manufacturas	56250	6.3202247	\$ 93,831	\$ 99,967	89	14%
I5	P5	Caucho y sus manufacturas	251.48	0.2647158	\$ 3,352	\$ 3,996	59	1%
I6	P6	Acero y sus manufacturas	973.41	0.1236861	\$ 14,921	\$ 15,789	51	2%
I7	P7	Acero y sus manufacturas	70307.5	8.9336086	\$ 74,982	\$ 86,641	71	12%
I8	P8	Papel y cartón	154.88	1.1913846	\$ 4,765	\$ 4,877	71	1%
I9	P9	Papel y cartón	93.85	0.7219231	\$ 6,833	\$ 6,902	119	1%
I10	P10	Zinc y sus manufacturas	2076.85	0.2908754	\$ 102,689	\$ 104,217	89	14%
I11	P11	Acero y sus manufacturas	12777.23	1.6235362	\$ 190,771	\$ 203,429	89	27%
I12	P12	Papel y cartón	325.52	2.504	\$ 5,944	\$ 6,172	59	1%
Total:					\$ 687,902	\$ 740,203		

A través de la siguiente tabla se puede establecer el porcentaje de participación de cada una de las empresas con su respectivo proveedor. Con respecto a los costos anuales de cada una de las empresas hay grandes diferencias con respecto a los kilos y volumen que se importa con respecto a los costos anuales.

Comparando las variaciones de los costos anuales de cada una de las empresas que se ven afectadas por el costo del producto por kilo y por volumen respectivamente.

Se estima que los costos logísticos de importación para el despacho directo son de \$ 86,696, ya que el costo CIF anual por empresa y por producto que se obtuvo a través de la base de datos de Legiscomex contiene el costo del producto.

5.1.2. COSTEO MODELO DESPACHO CONJUNTO Y SU MEJORA

El modelo de despachos conjuntos es la propuesta que busca mejorar el estado actual del proceso hacia un estado donde la participación entre las diferentes empresas disminuya el costo total de realizar importaciones. Según el estudio de un transporte forestal aplicado en el Sur de Suecia, cuando se implementan modelos de despachos conjuntos los costos totales del grupo se reducen en un 15% aproximadamente (M. Friskb, 2010), siendo una cifra significativa para nosotros ya que las encuestas realizadas a expertos reflejan que es un valor de disminución con el cual están dispuestos a trabajar de manera conjunta.

Para realizar la comparación entre los dos tipos de modos de importación se ha realizado una tabla de resumen de los costos obtenidos de los dos modelos, donde se muestra la disminución de costo entre los dos modelos y el valor en porcentaje realizando la comparación entre toda la operación de importación y

luego en comparación de solamente los costos logísticos, dado que estos son los que se reducen al realizar los despachos de manera conjunta.

Tabla 9. Tablas de comparación entre los dos modos de despacho

COSTO DE LA OPERACIÓN LOGISTICA(SIN COSTO DE LA CARGA)	
DESPACHO DIRECTO	DESPACHO CONJUNTO
\$86.712,00	\$72.739,00

COSTO DE TODA LA OPERACIÓN	
DESPACHO DIRECTO	DESPACHO CONJUNTO
\$740.203,00	\$726.230,00

MEJORA DEL DESPACHO CONJUNTO	
NETA	\$13.973,00
EN COSTO LOGISTICO	16,1%
EN TODA LA OPERACIÓN	1,9%

De la tabla resumen notamos que los costos para el despacho conjunto son de \$726,230 dólares anuales por todo el proceso de importación de este clúster; este costo incluye también el costo del producto importado. Existe una diferencia de \$14,000 dólares entre los dos modelos, y si se tiene en cuenta que para el despacho directo se estimó un costo logístico de \$86,696, mientras que para el despacho consolidado fue de \$72,723, por lo que se obtiene una reducción del 16% que es significativa teniendo en cuenta que en el juicio de expertos el promedio de reducción esperado también ronda el 16%.

5.2. JUICIO DE EXPERTOS

5.2.1. CONTEXTO DEL PROCESO DE VALIDACION

La experiencia del juicio de expertos que se presenta a continuación se encuadra metodológicamente en el proyecto de grado, donde su línea de investigación se basa en la importación internacional con despachos conjuntos desde los Estados

Unidos de América, más precisamente desde la Costa Este hasta el Departamento del Atlántico en Colombia.

Para esta etapa del desarrollo del proyecto, se quiso saber al dedillo las opiniones que pueden brindar los profesionales en el tema de importación internacional. La tabla a continuación resume aquellos aspectos que sirvieron de contexto para el proceso de validación por profesionales de la encuesta destinada a evaluar.

Tabla 10. Información general de la encuesta realizada a los profesionales.

Tema de Investigación	Importaciones Internacionales con despachos conjuntos de empresas en el Departamento del Atlántico.
Objetivo General de Investigación	Conocer bajo qué circunstancias se encuentran las empresas del Departamento del Atlántico para posibles alianzas en importaciones internacionales.
Informantes	Estudiantes de proyecto final de la Universidad del Norte en Ingeniería Industrial.
Función de los Informantes	Elaboración y diseño de método de consolidación de cargas para establecer el número de empresas con el fin de reducir el costo de distribución física internacional.
Instrumento de Recogida de Información	Se trata de un cuestionario donde el contenido debe ser validado por expertos en el tema de importación internacional.

5.2.2. DESCRIPCION DEL PROCESO DE EVALUACION

Para la validación, los integrantes del proyecto diseñaron una encuesta aplicando el juicio de expertos y estos expertos hicieron una valoración sobre las preguntas

que componen dicha encuesta, solicitándoles que valoraran cualitativamente su grado de pertinencia al objeto de estudio.

Teniendo un criterio de selección, se optó por seleccionar a once (11) expertos de esta disciplina quienes son personas tales como gerentes de empresas, gerentes logísticos, personal de importación y exportación, personal de compras, etc. Como modalidad de valoración se decidió realizarla individualmente por medio de una encuesta virtual. Esta encuesta contiene el propósito del objetivo general, y preguntas de interés que posteriormente son analizadas para entender de manera exacta la factibilidad de este proyecto.

En la tabla siguiente se indican brevemente los aspectos que se consideran principales para el proceso de validación de la encuesta.

Tabla 11. Aspectos importantes en el proceso de validación

Expertos	Once (11) expertos con varios años de experiencia, y cargos tales como Gerente General, Gerente Logístico, Personal de Compras y Personal de Importación y Exportación.
Modo de Evaluación	Método individual mediante de encuesta virtual el cual se obtiene información de cada uno de los expertos.

5.2.3. DESCRIPCION DE LA ENCUESTA DE VALIDACION PARA EL JUICIO DE EXPERTOS


Se estructuró una encuesta virtual con un total de cinco (5) preguntas con un espacio en blanco para que los expertos tuvieran la oportunidad de expresar su opinión libremente.

En la primera pregunta se pide un juicio sobre los costos actuales que incurren actualmente en la empresa. La segunda y tercera pregunta hace referencia al tema de importación internacional con despachos conjuntos, en donde la segunda pregunta deberá dejar plasmado su opinión acerca la realización de la misma. Para la tercera se preguntó las condiciones que deberán tener los posibles participantes para que la empresa encuestada participe en dicha importación internacional junto con las otras empresas. Así mismo, se indagó el número máximo de empresas que estarían dispuestos a realizar coalición. Por última pregunta, aquí el experto indicaría un porcentaje de reducción que espera ver reflejado aplicando importaciones internacionales con despacho conjunto.

A continuación, se resume en una ilustración el contenido y estructura de la encuesta por convalidar.

ENCUESTA SOBRE IMPORTACIONES INTERNACIONALES CON DESPACHOS CONJUNTOS.

Objetivo: Conocer bajo qué circunstancias se encuentran las empresas del Departamento del Atlántico para posibles alianzas en importaciones internacionales con despachos conjuntos desde los Estados Unidos.



1. En base a sus costos de importación, ¿Qué piensa de estos?

Your answer

2. ¿Cuál es su opinión acerca de realizar importaciones junto con otras empresas?

Your answer

2. ¿Cuál es su opinión acerca de realizar importaciones junto con otras empresas?

Your answer

3. ¿Qué se necesita para que usted esté dispuesto a realizar una importación conjunta con otras empresas?

Your answer

4. ¿Con cuántas empresas estaría dispuesto a realizar importación internacional conjunta? ¿Lo realizarías con su competencia en alguno de los casos?

Your answer

5. En términos de costos, ¿Qué porcentaje de reducción está dispuesto a obtener con el fin realizar una importación con otra empresa?

Your answer

SUBMIT

Never submit passwords through Google Forms.

This content is neither created nor endorsed by Google. Report Abuse - Terms of Service - Additional Terms

Google Forms

Ilustración 19. Encuesta sobre importaciones internacionales con despacho conjunto

5.2.4. OBSERVACIONES TRAS EL PROCESO DE VALIDACION

Completa la evaluación de los expertos, se presentan aportes como sugerencias oportunas. La duración de este proceso por juicio de expertos es variable, primero que todo, la disponibilidad de los profesionales y segundo, las aportaciones de los mismos. Hemos de señalar que se encontraron limitantes en la búsqueda de expertos lo cual extendieron la duración de este proceso de evaluación, puesto que esta validación, exigía la contribución de ciertos jueces con un perfil específico de formación y experiencia.

A pesar de que el número de jueces es bajo, se valoró el grado de acuerdo entre ellos cotejando sus opiniones de modo contrastado. Se realizaron modificaciones y reformulaciones para lograr un buen juicio de expertos.

5.2.5. CONCLUSIONES DEL JUICIO DE EXPERTOS

Habiendo entregado los once (11) cuestionarios a los respectivos expertos, se procedió a revisar las opiniones que fueron redactas y entender la situación actual de acuerdo al propósito trazado, que es conocer la opinión de estas personas profesionales sobre la realización de importación internacional con despacho conjunto desde los Estados Unidos hasta el Departamento del Atlántico.

En base a las respuestas obtenidas para la primera pregunta, se notó ciertos factores influyentes al costo de importación, tales como; el alza del dólar y su variación, la nacionalización de productos, el transporte de bienes y el manejo de mercancías en el puerto. Estos hacen que los costos de importación internacional incrementen considerablemente. A raíz de eso, se encontró un inmenso interés

para la realización de importar internacionalmente en conjunto con otras empresas, incluso realizar la importación junto con la competencia en algunos casos. Esto se debe a que los costos de tramitación y documentación de productos y pago de aranceles son reducidos y compartidos entre los participantes. Además, se generarían alianzas estratégicas para ampliar mercados nacionales, incrementando inversiones para tener mayor rentabilidad a lo largo del tiempo.

Para la realización de importaciones internacionales con despachos conjuntos, los profesionales en el tema expresaron que para ser parte de este, se requiere conocer la naturaleza de las demás empresas a participar (los tipos de productos que se ajustan para la coalición, y su razón social). Factores que marcaron y sobresalieron fueron que las empresas a participar en el proceso; fuesen empresas conocidas y serias, que muestren seguridad y den confianza ya que estas son una base fundamental y de otra manera no se podría seguir para iniciar en detalle el resto de la operación conjunta. Análogamente se distinguió un rango con respecto a la pregunta cuatro (4) relacionada al número posible de empresas para realizar la coalición, el cual está entre tres (3) a cinco (5) empresas.

Por otro lado, se averiguo el porcentaje que las empresas esperan reducir para los costos de importación de física internacional, y se evidencio que para lograr este aspecto, las empresas esperan reducir sus costos en un rango entre el seis por ciento (6%) y un treinta por cierto (30%) y que este porcentaje se refleje después de que los productos hayan sido nacionalizado y cruzado por la cadena logística nacional.

En pocas palabras, el juicio de experto nos comprobó que realizar el modelo de despachos conjuntos; juntando a varias empresas del Atlántico, trae diversos beneficios. Las empresas encuestadas del Departamento del Atlántico están

dispuestas a realizar importaciones internacionales con despachos conjuntos para reducir sus costos logísticos, y a su vez ayudar a que la región caribe colombiana se convierta competitiva, y las importaciones suban, los cuales fueron unos de los factores por el cual este proyecto tomo iniciativa.

CONCLUSIONES

Luego de formalizar el análisis de los resultados obtenidos, se llegó a la conclusión de que la unión de dos o más empresas al momento de realizar importaciones acarrea una disminución de los costos logísticos de cada una de ellas, ya que se comparten los costos desde que se realiza la consolidación de la carga en contenedores compartidos. Se encontró en la investigación que en el clúster de empresas desarrollado (Florida), si se realiza consolidación de carga, los costos de importación disminuyen en 16%. Así mismo, se notó que esta reducción de costos se encuentra dentro del rango referente a lo que las empresas que estuvieron dentro del proceso de juicio de expertos esperan reducir realizando despachos conjuntos.

En el desarrollo del proyecto se conoció de manera detallada y precisa la ubicación de los proveedores de las empresas de la región caribe colombiana, localizados en los Estados Unidos, más precisamente en la Costa Este, generando un listado donde se encontraban los proveedores con su respectivo cliente en el Departamento del Atlántico, el tipo de producto que importaban, entre otra información que fue necesaria para el desarrollo del proyecto. Así mismo se obtuvo la ubicación de los operadores logísticos que van a ser utilizados para realizar la consolidación.

En el resultado de las encuestas se comprobó que muchas empresas se encuentran de acuerdo con la realización de importaciones internacionales con despachos conjuntos, siempre y cuando sus costos de distribución se vean reducidos en un porcentaje llamativo. Además, se apreció en las encuestas que las empresas del Atlántico mostraron interés a apoyar la consolidación en tránsito ya que realizando despachos conjuntos se puede lograr mayor competitividad en la región del caribe, la cual fue uno de los aspectos por el cual este proyecto tomo iniciativa.

Los resultados obtenidos del modelo establecen la mejor configuración entre las empresas que actualmente realizan las importaciones; al momento de realizar los acuerdos para despacho conjunto, si alguna de estas empresas decide mantenerse importando individualmente puede que se cambie la mejor configuración de empresas que el modelo arroje, por lo que se presenta la dificultad de que los resultados van ligados a la decisión de las empresas de participar o de no participar en el modelo de despacho conjunto.

BIBLIOGRAFIA

- Ballou, R. H. (2004). *Administración de la cadena de suministro. Quinta Edición*. Mexico: Pearson Educación.
- Chopra. (2008). *Administración de la cadena de suministros (Tercera Edición)*. Mexico: Pearson, Educación.
- Cole, M., & Parthasarathy, M. (1998). Optimal design of Merge-in-transit distribution networks.
- DANE. (03 de 02 de 2016). *DANE*. Recuperado el 26 de 02 de 2016, de DANE:
http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/importaciones/bol_impo_dic12.pdf?phpMyAdmin=3om27vamm65hkhrtgc8rrn2g4.
- Legiscomex. (2015). *Banco Mundial*. Bogotá D.C.-Colombia: Base de datos.
- Lotte Verdonck, P. B. (2015). Analysis of collaborative savings and cost allocation techniques for the cooperative carrier facility location problem. *Operational Research Society subject*, 1-34.
- M. Friskb, M. G.-L. (2010). Cost allocation in collaborative forest transportation. *European Journal of Operational Research*, 448–458.
- Mario Guajardo, M. R. (2015). Operations research models for coalition structure in collaborative. *European Journal of Operational Research*, 147-158.
- Mikko Kärkkäinen, T. A.-R. (2004). Efficient tracking for short-term multi-company networks. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 545-564.
- Mundial, B. (03 de 02 de 2016). *Banco Mundial*. Recuperado el 26 de 02 de 2016, de Banco Mundial : <http://espanol.doingbusiness.org/rankings>.
- Muñoz Aguirre, M. (9 de Febrero de 2014). *Data Mining Notebook*. Obtenido de <http://data-mining-notebook.blogspot.com.co/2014/02/k-means-clustering-using-ampl.html>
- O'Leary, D. E. (2000). Reengineering Assembly, Warehouse and Billing Processes, for Electronic Commerce Using "Merge-in-Transit". *Marshall School of Business, University of Southern California, Los Angeles*, 379-387.
- PROCOLOMBIA. (11 de 3 de 2015). *PROCOLOMBIA*. Recuperado el 23 de 4 de 2016, de <http://www.procolombia.co/publicaciones/informe-turismo-inversion-y-exportaciones>
- Timo Ala-Risku, M. K. (2003). Evaluating the Applicability of Merge-in-transit. *Helsinki University of Technology*, 67-78.
- Ujjwal Maulik, S. B. (2000). Genetic algorithm-based clustering technique. *Pattern Recognition*, 1455-1465.
- USDA (United States Department of Agriculture). (11 de 4 de 2016). Recuperado el 23 de 4 de 2016, de <http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome>

ANEXOS

Anexos 1 Resultado método clúster por k medias y el componente de frecuencia

	30	42	47	68	<u>69</u>	124	128	154	165
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	0	0	0	0	0
3	0	1	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	1	0	0	0	0	0
7	0	1	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	1	0	0	0	0	0
9	0	1	0	0	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	1	0	0	0	0	0
12	1	0	0	0	0	0	0	0	0
13	1	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	1	0	0	0	0	0
15	1	0	0	0	0	0	0	0	0
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	1	0	0	0	0	0
18	0	1	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	1	0	0	0	0
20	0	0	0	0	1	0	0	0	0
21	1	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	1	0	0	0	0
23	0	1	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	1	0	0	0	0	0
25	0	1	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	1	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	1	0	0	0	0
28	1	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	1	0	0	0	0	0
30	1	0	0	0	0	0	0	0	0
31	1	0	0	0	0	0	0	0	0

32	1	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	1	0	0	0	0	0	0
34	1	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	1	0	0	0	0	0
36	1	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	1	0	0	0	0	0
38	0	0	0	1	0	0	0	0	0
39	0	0	0	1	0	0	0	0	0
40	0	0	0	1	0	0	0	0	0
41	1	0	0	0	0	0	0	0	0
42	0	1	0	0	0	0	0	0	0
43	0	0	0	1	0	0	0	0	0
44	0	1	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	1	0	0	0	0
46	1	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0	0	1	0	0	0	0	0	0
48	0	0	1	0	0	0	0	0	0
49	0	0	0	0	1	0	0	0	0
50	0	0	0	1	0	0	0	0	0
51	0	0	0	0	1	0	0	0	0
52	0	0	1	0	0	0	0	0	0
53	0	0	1	0	0	0	0	0	0
54	0	0	0	0	1	0	0	0	0
55	0	0	0	0	1	0	0	0	0
56	0	0	0	0	1	0	0	0	0
57	0	0	0	0	1	0	0	0	0
58	0	0	1	0	0	0	0	0	0
59	0	0	0	0	1	0	0	0	0
60	0	0	0	0	1	0	0	0	0
61	0	0	0	1	0	0	0	0	0
62	0	0	0	0	1	0	0	0	0
63	0	0	0	1	0	0	0	0	0
64	1	0	0	0	0	0	0	0	0
65	0	0	0	1	0	0	0	0	0
66	0	1	0	0	0	0	0	0	0
67	0	0	0	1	0	0	0	0	0
68	0	0	0	1	0	0	0	0	0

69	0	0	0	0	1	0	0	0	0
70	0	0	0	0	1	0	0	0	0
71	0	0	0	0	1	0	0	0	0
72	0	0	0	1	0	0	0	0	0
73	0	0	0	1	0	0	0	0	0
74	0	0	0	1	0	0	0	0	0
75	0	0	0	0	1	0	0	0	0
76	0	0	0	1	0	0	0	0	0
77	0	0	0	1	0	0	0	0	0
78	0	0	0	1	0	0	0	0	0
79	0	0	0	1	0	0	0	0	0
80	0	0	0	0	1	0	0	0	0
81	1	0	0	0	0	0	0	0	0
82	0	0	0	1	0	0	0	0	0
83	0	0	0	1	0	0	0	0	0
84	0	0	0	1	0	0	0	0	0
85	1	0	0	0	0	0	0	0	0
86	0	0	0	0	1	0	0	0	0
87	0	0	0	0	1	0	0	0	0
88	0	0	0	1	0	0	0	0	0
89	0	0	0	1	0	0	0	0	0
90	0	0	0	0	1	0	0	0	0
91	0	0	0	1	0	0	0	0	0
92	0	1	0	0	0	0	0	0	0
93	0	0	1	0	0	0	0	0	0
94	0	0	0	0	0	0	1	0	0
95	0	0	0	0	0	1	0	0	0
96	0	1	0	0	0	0	0	0	0
97	0	0	0	0	1	0	0	0	0
98	0	0	0	1	0	0	0	0	0
99	0	0	0	1	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	0	1	0	0	0
101	0	0	1	0	0	0	0	0	0
102	0	1	0	0	0	0	0	0	0
103	0	0	0	0	0	0	1	0	0
104	0	0	0	1	0	0	0	0	0
105	0	0	0	0	1	0	0	0	0

106	0	0	0	1	0	0	0	0	0
107	0	0	0	1	0	0	0	0	0
108	0	0	0	0	0	1	0	0	0
109	0	0	0	0	0	1	0	0	0
110	0	0	0	0	0	0	1	0	0
111	0	0	0	0	0	1	0	0	0
112	0	0	0	1	0	0	0	0	0
113	0	0	0	0	0	0	1	0	0
114	0	0	0	0	0	1	0	0	0
115	0	0	0	1	0	0	0	0	0
116	0	0	0	1	0	0	0	0	0
117	0	0	0	0	0	0	1	0	0
118	0	0	0	0	1	0	0	0	0
119	0	1	0	0	0	0	0	0	0
120	0	0	0	0	0	0	1	0	0
121	0	0	0	0	0	0	1	0	0
122	0	0	0	0	0	0	1	0	0
123	0	0	0	0	0	1	0	0	0
124	0	0	0	0	0	1	0	0	0
125	0	0	0	0	0	0	1	0	0
126	0	0	0	0	0	1	0	0	0
127	0	0	0	0	0	0	0	0	1
128	0	0	0	0	0	0	1	0	0
129	0	0	0	0	0	0	1	0	0
130	0	0	0	0	0	1	0	0	0
131	0	0	0	0	0	1	0	0	0
132	0	0	0	0	0	0	0	1	0
133	0	0	0	0	0	0	0	1	0
134	0	0	0	0	0	1	0	0	0
135	0	0	0	0	0	1	0	0	0
136	0	0	0	0	0	1	0	0	0
137	0	0	0	0	0	0	1	0	0
138	0	0	0	0	0	1	0	0	0
139	0	0	0	0	0	0	0	1	0
140	0	0	0	0	0	0	1	0	0
141	0	0	0	0	0	1	0	0	0
142	0	0	0	0	0	0	1	0	0

143	0	0	0	0	0	0	0	1	0
144	0	0	0	0	0	0	0	0	1
145	0	0	0	0	0	1	0	0	0
146	0	0	0	0	0	0	1	0	0
147	0	0	0	0	0	0	0	0	1
148	0	0	0	0	0	1	0	0	0
149	0	0	0	0	0	0	0	1	0
150	0	0	0	0	0	0	1	0	0
151	0	0	0	0	0	0	1	0	0
152	0	0	0	0	0	1	0	0	0
153	0	0	0	0	0	0	0	1	0
154	0	0	0	0	0	0	0	1	0
155	0	0	0	0	0	1	0	0	0
156	0	0	0	0	0	1	0	0	0
157	0	0	0	0	0	1	0	0	0
158	0	0	0	0	0	0	1	0	0
159	0	0	0	0	0	0	0	1	0
160	0	0	0	0	0	0	0	1	0
161	0	0	0	0	0	0	0	1	0
162	0	0	0	0	0	0	0	1	0
163	0	0	0	0	0	0	0	1	0
164	0	0	0	0	0	0	1	0	0
165	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Anexo 2 Modelo Clúster k media con frecuencia (Muñoz Aguirre, 2014)

Cluster.mod

```
param n; #columnas de entrada
param m; #numero de filas
param k; #numero de kluster objetivo
param a; #factor de frecuencia
#Point matrix

param A {i in {1..m}, j in {1..n}};

param d {i in {1..m}, j in {1..m}};

var x {i in {1..m}, j in {1..m}} binary;

minimize Distance: sum {i in {1..m}, j in {1..m}} d[i,j] * x[i,j];

subject to c1 {i in {1..m}}: sum{j in {1..m}} x[i,j] = 1; #Un Punto a un solo cluster
subject to c2 : sum{i in {1..m}} x[i,i] = k; #deben existir k cluster
subject to c3 {i in {1..m}, j in {1..m}}: x[j,j] >= x[i,j];

Cluster.run

reset;
model 'CLuster.mod';
data 'Cluster.dat';

#Calcula los valores de distancia y frecuencia
for {i in {1..m}, j in {1..m}} {
  let d[i,j] := sqrt(sum {k1 in {1..n-1}} (A[i,k1] - A[j,k1])^2)
  + a*(sqrt((A[i,3] - A[j,3])^2)) #Agrega la diferencia en frecuencia EntreProv(i) y Prov(j)
};

option solver cplex;
solve;
```

```
printf "\nCantidad Cluster = %d \n" , k;
printf "Matriz de Cluster \n";
display x;
```

Cluster.data

```
param m := 165;
param n := 3;
param k :=9;
param a := 0.05; #entre mas alto mas fuerte es el agrupamiento por frecuencia
param d ;
param A: 1          2          3:=
1      40.9028      -81.4449      1.9
2      25.96948     -80.14255     2.5
3      32.9817      -96.76021     4.2
4      38.62999     -90.20999     4.7
5      35.81435     -80.86395     5.1
6      25.84755     -80.32287     10.0
7      33.20307     -97.1666      10.2
8      25.47796     -80.49751     11.2
9      30.64761     -87.91177     11.4
10     41.90916     -71.51602     13.9
11     25.89592     -80.26938     13.9
12     40.80739     -73.48968     14.6
13     42.50431     -73.98271     17.4
14     25.88772     -80.37839     17.4
15     39.95278     -75.14992     17.4
16     39.78523     -77.67765     18.6
17     25.82074     -80.31917     18.6
18     35.0784      -89.8851      24.3
19     39.31204     -84.46623     24.3
20     43.60154     -84.24679     28.8
21     40.89881     -80.8635      32.2
22     41.86073     -88.26913     32.2
23     36.27515     -97.23559     33.2
24     26.10725     -80.26411     33.2
25     32.99372     -97.24728     34.2
26     25.79223     -80.33932     37.8
```

27	42.09133	-87.7623	37.8	
28	41.58812	-81.51995	40.6	
29	25.77296	-80.35766	43.8	
30	40.27478	-76.8786	43.8	
31	33.7246	-84.59891		45.6
32	36.15827	-80.27698	47.6	
33	37.11153	-120.94571	54.8	
34	42.94663	-71.45671	54.8	
35	25.896	-80.25783	54.8	
36	39.4751	-76.66234		60.8
37	25.80928	-80.38331	60.8	
38	25.79323	-80.37126	60.8	
39	25.79198	-80.37038	64.4	
40	26.13343	-80.33185	64.4	
41	40.85567	-73.88746	64.4	
42	32.89165	-96.90708	64.4	
43	25.89331	-80.25262	64.4	
44	32.3868	-89.4787		68.4
45	41.99646	-87.94331	68.4	
46	41.37699	-73.54103	73.0	
47	36.23026	-115.10029	73.0	
48	38.10777	-122.58139	73.0	
49	42.53992	-92.36469	78.2	
50	30.32643	-81.65897	78.2	
51	34.68562	-84.99289	78.2	
52	44.54881	-122.92087	78.2	
53	35.82639	-119.22926	84.2	
54	41.8763	-87.64018		84.2
55	42.29051	-83.1565	91.3	
56	45.5919	-94.1661		91.3
57	40.95302	-83.37646	91.3	
58	47.66621	-117.32468	99.5	
59	43.09333	-88.07535	99.5	
60	41.96825	-91.66579	99.5	
61	25.81768	-80.3134	99.5	
62	40.28024	-84.18168	99.5	
63	25.78294	-80.34845	99.5	
64	42.19593	-70.87448	109.5	

65	33.43999	-79.56326	109.5
66	29.58055	-95.28528	109.5
67	25.83128	-80.25176	109.5
68	25.83526	-80.33569	109.5
69	41.83544	-87.70516	109.5
70	34.02209	-84.54069	109.5
71	45.59634	-94.14474	121.7
72	27.14965	-80.2078	121.7
73	25.79503	-80.34161	121.7
74	26.22722	-80.14806	121.7
75	34.76752	-84.95585	121.7
76	25.91712	-80.28038	121.7
77	25.84428	-80.15737	121.7
78	25.81396	-80.31199	121.7
79	26.24869	-80.14894	136.9
80	41.78864	-89.69621	136.9
81	40.76782	-73.64749	136.9
82	25.76167	-80.19179	136.9
83	25.88759	-80.2566	136.9
84	28.63344	-81.40307	136.9
85	42.95547	-70.90381	136.9
86	41.49673	-81.68407	136.9
87	41.08078	-85.00307	136.9
88	30.30427	-81.56881	136.9
89	25.89608	-80.25829	136.9
90	43.16369	-89.26001	156.4
91	25.82577	-80.34403	156.4
92	30.20022	-93.18951	156.4
93	36.20661	-115.14211	156.4
94	38.63511	-90.25324	182.5
95	40.41576	-80.07638	182.5
96	30.47561	-90.4518	182.5
97	43.02262	-88.1556	182.5
98	33.00484	-79.88092	182.5
99	25.78585	-80.36029	182.5
100	40.30292	-80.13795	182.5
101	35.03194	-117.70091	182.5
102	29.94415	-95.39468	182.5

103	37.23991	-93.37847	182.5
104	25.88725	-80.36906	182.5
105	42.63381	-87.95195	182.5
106	25.89775	-80.3527	182.5
107	25.79123	-80.32889	219.0
108	37.53601	-77.44187	219.0
109	40.93317	-73.75824	219.0
110	33.41943	-88.64303	219.0
111	40.9533	-74.24956	219.0
112	25.70002	-80.43521	219.0
113	44.79258	-93.25951	219.0
114	40.25946	-74.5018	219.0
115	25.71276	-80.41855	219.0
116	25.90619	-80.21867	219.0
117	38.73063	-90.27904	219.0
118	42.33247	-87.89101	219.0
119	35.45583	-97.54243	219.0
120	45.07478	-93.03223	219.0
121	35.77165	-95.34018	273.8
122	41.62229	-93.58855	273.8
123	41.48441	-72.90541	273.8
124	40.12142	-75.41401	273.8
125	42.01312	-87.88042	273.8
126	41.05989	-73.83471	273.8
127	37.79986	-122.28645	273.8
128	38.71	-90.4379	273.8
129	38.98388	-84.61212	273.8
130	43.04673	-77.09525	273.8
131	39.5142	-81.06151	273.8
132	27.99345	-82.00497	273.8
133	26.13582	-80.3366	273.8
134	43.22897	-77.90608	273.8
135	42.24268	-70.96087	273.8
136	41.38183	-82.1651	273.8
137	29.71219	-95.13398	273.8
138	31.74521	-81.43968	273.8
139	25.83685	-80.3301	273.8
140	43.97826	-92.89942	273.8

141	35.60636	-77.38175	365.0
142	38.67118	-90.40039	365.0
143	26.00461	-80.26495	365.0
144	33.46847	-112.32892	365.0
145	40.44415	-80.16657	365.0
146	29.78226	-95.90546	365.0
147	47.58216	-122.33262	365.0
148	38.95066	-76.96469	365.0
149	25.76587	-80.23632	365.0
150	34.76688	-89.44762	365.0
151	29.87434	-95.54852	365.0
152	41.48999	-81.68	365.0
153	35.05696	-80.59177	365.0
154	25.83758	-80.33012	365.0
155	41.18513	-73.412	365.0
156	40.50038	-80.20501	365.0
157	40.95615	-74.28809	365.0
158	42.0999	-88.7603	365.0
159	25.73853	-80.35111	365.0
160	25.87297	-80.23374	365.0
161	25.67452	-80.33674	365.0
162	33.23147	-84.28444	365.0
163	25.82986	-80.31785	365.0
164	33.79262	-93.39318	365.0
165	44.06913	-121.33692	365.0;

Anexo 3 Modelo de asignación operador logístico y puertos

Asignacion.mod

set PROD_ENTRA;

set PROD_SALE;

set PROD := PROD_ENTRA **union** PROD_SALE;

set P_PUNTO;

set M_PUNTO;

set B_PUNTO;

set PUNTO := P_PUNTO **union** M_PUNTO **union** B_PUNTO;

set LINKS **within** (PUNTO **cross** PUNTO);

param link_dist {LINKS} >=0 ;

param link_cost {LINKS} >=0 ;

param link_capacidad {LINKS} >=0 ;

param prod_vol {PROD} >=0 ;

param prod_peso {PROD} >=0 ;

param volumen{P_PUNTO} >=0;

param costo_manejoPuerto {B_PUNTO, PROD_SALE} >=0 ;

param costo_manejoConsolidador {M_PUNTO} >=0 ;

param demanda { P_PUNTO} >=0 ;

param capacidad_consolidador {M_PUNTO} >=0 ;

param capacidad_contenedor {PROD_SALE} >=0 ;

var NodosAbiertos{i **in** M_PUNTO **union** B_PUNTO}**binary** >=0 ;

var Cantidades { (i,j) **in** LINKS} **integer** >=0 ;

var VolumenEnMerge{i **in** M_PUNTO } >=0 ;

var ContenedoresMerge { j **in** M_PUNTO , p **in** PROD_SALE} **integer** >= 0;

minimize Costo_Total:

sum {(i,j) **in** LINKS, p **in** PROD}

link_dist[i,j]*link_cost[i,j] * prod_vol[p]* Cantidades[i,j]

+

sum {j **in** M_PUNTO, b **in** B_PUNTO, p **in** PROD_SALE}

costo_manejoPuerto[b,p] * ContenedoresMerge[j,p]

+

sum {j **in** M_PUNTO , p **in** PROD_ENTRA}

costo_manejoConsolidador[j]*prod_vol[p] * VolumenEnMerge[j];

;

subject to TESC {i in P_PUNTO, p in PROD_ENTRA}:

sum {(i,j) in LINKS} Cantidades[i,j] >= demanda[i] ;

subject to TLCCSE {j in M_PUNTO, p in PROD_ENTRA}:

(**sum** {(i,j) in LINKS} Cantidades[i,j]*volumen[i]) = (**sum** {(j,k) in LINKS} Cantidades[j,k]);

subject to ADC {j in M_PUNTO, p1 in PROD_ENTRA}:

VolumenEnMerge[j] <= **sum** {p2 in PROD_SALE} (capacidad_contenedor[p2] *
ContenedoresMerge[j,p2]);

subject to CPM {j in M_PUNTO} :

sum {i in P_PUNTO} Cantidades[i,j]*volumen[i] <= capacidad_consolidador[j];

subject to NVAEQDA {i in M_PUNTO}:

sum{j in P_PUNTO} Cantidades [j,i]*volumen[j] <= VolumenEnMerge[i];

Asignacion.dat

set PROD_ENTRA := prod1, prod2, prod3,prod4, prod5, prod6, prod7, prod8,prod9, prod10,
prod11, prod12;

set PROD_SALE := C40, C20;

set P_PUNTO := p1, p2, p3,p4,p5,p6,p7,p8,p9,p10,p11,p12;

set M_PUNTO := m1, m2, m3, m4, m5, m6, m7, m8, m9, m10, m11, m12, m13, m14;

set B_PUNTO := b1, b2;

set LINKS:=

(p1, m1) (p1, m2) (p1, m3) (p1, m4) (p1, m5) (p1, m6) (p1, m7) (p1, m8) (p1, m9) (p1, m10) (p1,
m11) (p1, m12) (p1, m13) (p1, m14)

(p2, m1) (p2, m2) (p2, m3) (p2, m4) (p2, m5) (p2, m6) (p2, m7) (p2, m8) (p2, m9) (p2, m10) (p2,
m11) (p2, m12) (p2, m13) (p2, m14)

(p3, m1) (p3, m2) (p3, m3) (p3, m4) (p3, m5) (p3, m6) (p3, m7) (p3, m8) (p3, m9) (p3, m10) (p3,
m11) (p3, m12) (p3, m13) (p3, m14)

(p4, m1) (p4, m2) (p4, m3) (p4, m4) (p4, m5) (p4, m6) (p4, m7) (p4, m8) (p4, m9) (p4, m10) (p4,
m11) (p4, m12) (p4, m13) (p4, m14)

(p5, m1) (p5, m2) (p5, m3) (p5, m4) (p5, m5) (p5, m6) (p5, m7) (p5, m8) (p5, m9) (p5, m10) (p5, m11) (p5, m12) (p5, m13) (p5, m14)
 (p6, m1) (p6, m2) (p6, m3) (p6, m4) (p6, m5) (p6, m6) (p6, m7) (p6, m8) (p6, m9) (p6, m10) (p6, m11) (p6, m12) (p6, m13) (p6, m14)
 (p7, m1) (p7, m2) (p7, m3) (p7, m4) (p7, m5) (p7, m6) (p7, m7) (p7, m8) (p7, m9) (p7, m10) (p7, m11) (p7, m12) (p7, m13) (p7, m14)
 (p8, m1) (p8, m2) (p8, m3) (p8, m4) (p8, m5) (p8, m6) (p8, m7) (p8, m8) (p8, m9) (p8, m10) (p8, m11) (p8, m12) (p8, m13) (p8, m14)
 (p9, m1) (p9, m2) (p9, m3) (p9, m4) (p9, m5) (p9, m6) (p9, m7) (p9, m8) (p9, m9) (p9, m10) (p9, m11) (p9, m12) (p9, m13) (p9, m14)
 (p10, m1) (p10, m2) (p10, m3) (p10, m4) (p10, m5) (p10, m6) (p10, m7) (p10, m8) (p10, m9) (p10, m10) (p10, m11) (p10, m12) (p10, m13) (p10, m14)
 (p11, m1) (p11, m2) (p11, m3) (p11, m4) (p11, m5) (p11, m6) (p11, m7) (p11, m8) (p11, m9) (p11, m10) (p11, m11) (p11, m12) (p11, m13) (p11, m14)
 (p12, m1) (p12, m2) (p12, m3) (p12, m4) (p12, m5) (p12, m6) (p12, m7) (p12, m8) (p12, m9) (p12, m10) (p12, m11) (p12, m12) (p12, m13) (p12, m14)
 (m1, b1) (m1, b2) (m2, b1) (m2, b2) (m3, b1) (m3, b2) (m4, b1) (m4, b2) (m5, b1) (m5, b2) (m6, b1) (m6, b2) (m7, b1) (m7, b2) (m8, b1) (m8, b2) (m9, b1) (m9, b2) (m10, b1) (m10, b2) (m11, b1) (m11, b2) (m12, b1) (m12, b2) (m13, b1) (m13, b2) (m14, b1) (m14, b2)
 ;

param:		link_dist	link_cost	link_capacidad :=
p1	m1	578	6	100000
p1	m2	580	7	100000
p1	m3	583	6	100000
p1	m4	584	5	100000
p1	m5	580	6	100000
p1	m6	584	5	100000
p1	m7	311	7	100000
p1	m8	309	9	100000
p1	m9	317	5	100000
p1	m10	309	5	100000
p1	m11	319	8	100000
p1	m12	315	10	100000
p1	m13	312	7	100000
p1	m14	320	5	100000
p2	m1	741	6	100000
p2	m2	740	8	100000

p2	m3	742	9	100000
p2	m4	746	6	100000
p2	m5	740	6	100000
p2	m6	743	9	100000
p2	m7	37	9	100000
p2	m8	35	7	100000
p2	m9	41	8	100000
p2	m10	34	5	100000
p2	m11	43	9	100000
p2	m12	40	8	100000
p2	m13	39	7	100000
p2	m14	45	8	100000
p3	m1	774	6	100000
p3	m2	773	8	100000
p3	m3	775	5	100000
p3	m4	779	9	100000
p3	m5	773	8	100000
p3	m6	776	9	100000
p3	m7	9	6	100000
p3	m8	9	10	100000
p3	m9	16	6	100000
p3	m10	9	5	100000
p3	m11	18	8	100000
p3	m12	14	10	100000
p3	m13	10	5	100000
p3	m14	17	6	100000
p4	m1	755	5	100000
p4	m2	754	10	100000
p4	m3	756	8	100000
p4	m4	760	9	100000
p4	m5	754	5	100000
p4	m6	757	5	100000
p4	m7	21	8	100000
p4	m8	19	7	100000
p4	m9	25	10	100000
p4	m10	19	5	100000
p4	m11	27	7	100000
p4	m12	24	8	100000

p4	m13	23	10	100000
p4	m14	28	10	100000
p5	m1	782	5	100000
p5	m2	780	8	100000
p5	m3	782	5	100000
p5	m4	787	5	100000
p5	m5	780	8	100000
p5	m6	783	8	100000
p5	m7	6	6	100000
p5	m8	8	9	100000
p5	m9	6	6	100000
p5	m10	8	7	100000
p5	m11	7	9	100000
p5	m12	4	6	100000
p5	m13	4	10	100000
p5	m14	5	10	100000
p6	m1	259	6	100000
p6	m2	264	7	100000
p6	m3	263	10	100000
p6	m4	256	7	100000
p6	m5	264	10	100000
p6	m6	262	8	100000
p6	m7	1028	6	100000
p6	m8	1026	5	100000
p6	m9	1030	5	100000
p6	m10	1025	5	100000
p6	m11	1032	10	100000
p6	m12	1030	10	100000
p6	m13	1029	5	100000
p6	m14	1034	10	100000
p7	m1	774	7	100000
p7	m2	773	9	100000
p7	m3	775	8	100000
p7	m4	779	7	100000
p7	m5	773	10	100000
p7	m6	776	7	100000
p7	m7	9	7	100000
p7	m8	9	10	100000

p7	m9	16	5	100000
p7	m10	9	5	100000
p7	m11	18	9	100000
p7	m12	14	8	100000
p7	m13	10	7	100000
p7	m14	17	10	100000
p8	m1	785	9	100000
p8	m2	783	9	100000
p8	m3	786	8	100000
p8	m4	790	5	100000
p8	m5	783	9	100000
p8	m6	786	8	100000
p8	m7	13	6	100000
p8	m8	15	7	100000
p8	m9	18	5	100000
p8	m10	15	10	100000
p8	m11	19	10	100000
p8	m12	16	5	100000
p8	m13	13	10	100000
p8	m14	17	5	100000
p9	m1	770	10	100000
p9	m2	768	7	100000
p9	m3	770	10	100000
p9	m4	775	9	100000
p9	m5	768	8	100000
p9	m6	771	10	100000
p9	m7	7	6	100000
p9	m8	5	6	100000
p9	m9	10	7	100000
p9	m10	4	5	100000
p9	m11	12	10	100000
p9	m12	9	8	100000
p9	m13	8	9	100000
p9	m14	13	9	100000
p10	m1	478	8	100000
p10	m2	487	9	100000
p10	m3	491	10	100000
p10	m4	482	10	100000

p10	m5	487	10	100000
p10	m6	490	9	100000
p10	m7	938	7	100000
p10	m8	936	5	100000
p10	m9	943	7	100000
p10	m10	936	5	100000
p10	m11	945	9	100000
p10	m12	942	4	100000
p10	m13	940	9	100000
p10	m14	947	7	100000
p11	m1	792	5	100000
p11	m2	791	8	100000
p11	m3	793	8	100000
p11	m4	797	5	100000
p11	m5	791	6	100000
p11	m6	794	6	100000
p11	m7	18	10	100000
p11	m8	20	6	100000
p11	m9	21	5	100000
p11	m10	21	9	100000
p11	m11	21	5	100000
p11	m12	19	6	100000
p11	m13	17	11	100000
p11	m14	18	8	100000
p12	m1	775	9	100000
p12	m2	773	6	100000
p12	m3	776	8	100000
p12	m4	780	6	100000
p12	m5	773	8	100000
p12	m6	777	9	100000
p12	m7	7	10	100000
p12	m8	7	10	100000
p12	m9	14	7	100000
p12	m10	7	6	100000
p12	m11	17	7	100000
p12	m12	12	9	100000
p12	m13	8	7	100000
p12	m14	16	10	100000

m1	b1	781	6	100000
m2	b1	779	9	100000
m3	b1	782	8	100000
m4	b1	786	5	100000
m5	b1	779	9	100000
m6	b1	782	8	100000
m7	b1	12	7	100000
m8	b1	13	8	100000
m9	b1	5	7	100000
m10	b1	13	5	100000
m11	b1	3	8	100000
m12	b1	7	9	100000
m13	b1	11	6	100000
m14	b1	4	5	100000
m1	b2	1	9	100000
m2	b2	2	6	100000
m3	b2	4	8	100000
m4	b2	8	7	100000
m5	b2	2	8	100000
m6	b2	5	5	100000
m7	b2	775	8	100000
m8	b2	773	7	100000
m9	b2	777	8	100000
m10	b2	772	5	100000
m11	b2	779	8	100000
m12	b2	777	7	100000
m13	b2	777	8	100000
m14	b2	781	7	100000

;

param:	prod_vol	prod_peso :=
prod1	0.05	39.5
prod2	0.024	17.5
prod3	0.018	16.7

prod4	0.042	37.5
prod5	0.026	2.51
prod6	0.013	10.8
prod7	0.052	41.3
prod8	0.014	0.19
prod9	0.006	0.077
prod10	0.009	6.92
prod11	0.032	25.4
prod12	0.027	0.36
C20	0	0
C40	0	0;

param: costo_manejoConsolidador :=

m1 105

m2 100

m3 105

m4 120

m5 110

m6 113

m7 125

m8 115

m9 120

m10 100

m11 110

m12 120

m13 130

m14 125

;

param: capacidad_consolidador :=

m1 1050

m2 1000

m3 1050

m4 1200

m5 1100

m6 1130

m7 1250

m8 1150
m9 1200
m10 1000
m11 1100
m12 1200
m13 1300
m14 1250;

param: costo_manejoPuerto :=

b1 C20 1369
b1 C40 1599
b2 C20 1227
b2 C40 1859;

param: demanda volumen :=

p1 100 0.05
p2 950 0.024
p3 430 0.018
p4 1500 0.042
p5 100 0.026
p6 90 0.013
p7 1700 0.052
p8 800 0.014
p9 1200 0.006
p10 300 0.009
p11 500 0.032
p12 900 0.027
;

param: capacidad_contenedor :=

C20 33
C40 68;

