



**Análisis para el estudio de factibilidad del proyecto de traslado “Fénix”  
del Centro de Distribución TRANSEJES S.A.**

**Autor**

Cindy Lorena Muñoz Calderón

Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano

Ingeniería Industrial

Bogotá D.C., Colombia

2017



## ÍNDICE

Resumen del Proyecto .....	4
1. TÍTULO DE LA PROPUESTA: .....	5
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: .....	5
3. OBJETIVOS .....	11
4. JUSTIFICACIÓN: .....	11
5. MARCO TEÓRICO .....	12
5.1 Logística y Cadena de Suministro .....	13
5.1.1 Logística.....	13
5.1.2 Cadena de suministro .....	13
5.2 Localización de instalaciones.....	16
5.2.1 Objetivos de localización de instalaciones .....	16
5.2.2 Factores de ubicación de instalaciones .....	17
5.2.3 Métodos de localización de instalaciones.....	17
6. METODOLOGÍA .....	24
6.1 Estudio del Sistema.....	24
6.1.1 Contextualización del proceso logístico .....	24
6.1.2 Observación y diagnóstico del LayOut actual del Centro de Distribución en Funza .....	31
6.1 Recopilación y diagnóstico de datos .....	37
6.1.1 Selección de factores afectados por cambio del sistema .....	37
6.1.2 Análisis de datos .....	37
6.2 Definición y aplicación de metodologías de evaluación .....	42
6.2.1 Implementación método de Centro de Gravedad .....	42
6.2.2 Implementación método Brown & Gibson.....	43
6.2.3 Impacto de relocalización por factores.....	47
6.2.4 Observación y diagnóstico de instalación en Girón .....	48
7. RESULTADOS .....	56
8. CRONOGRAMA .....	61
9. BIBLIOGRAFÍA .....	62

## Resumen del Proyecto

DANA Transejes S.A es una empresa con una larga trayectoria en el mercado colombiano, que a través de su historia se ha asociado con diferentes empresas, una de ellas fue *Guest, Keen & Nettelfolds* (GKN) por medio de una alianza estratégica, logrando así integrar lo que son actualmente, una empresa dedicada a la fabricación (TH de Colombia) y distribución de productos del sector automotriz (autopartes), especializados en la fabricación de OEM con ejes diferenciales, ejes cardanes y ejes homocinéticos, actualmente tiene dos líneas de negocio principales: la primera es el ensamble de módulos o chasis para automóviles de Daimler (Mercedes Benz) y Corbeta (Foton), y la segunda es la venta de piezas de repuesto también conocidas como aftermarket.

La empresa en mención, está ubicada en Bucaramanga y tiene un centro de distribución en Funza, en este último posee dos bodegas adicionales donde se hacen los respectivos ensambles para Mercedes Benz y FOTON, debido a los costos asociados al traslado de los empleados hacia sus casas, el arriendo de la bodega en Funza y los objetivos organizacionales enfocados a aumentar el volumen de ventas y la utilidad neta de la compañía, está considerando la posibilidad de realizar un traslado de su centro de distribución a la ciudad de Bucaramanga donde poseen una instalación propia que esperan adecuar para integrar el centro de distribución si el proyecto es viable.

Una de las necesidades principales para la consecución del proyecto, nace en el estudio de factibilidad para la toma de decisiones acerca de la migración del centro de distribución a la ciudad de Bucaramanga, adicional a esto, es importante para la compañía conocer la capacidad de almacenamiento que poseen actualmente con el fin de llevar a cabo uno de los objetivos planteados para el 2020 que consiste en aumentar las ventas un 80%. En el proyecto descrito a continuación, se podrá evidenciar la aplicación de metodologías tales como Método Brown & Gibson y Método de Centro de Gravedad que permitan determinar la viabilidad de relocalización de planta, haciendo énfasis en los ahorros generados en el proceso logístico y servicios adjuntos a la operación del CEDIS.

Palabras Claves: Traslado, factibilidad, almacenamiento, Centro de Distribución, localización de instalaciones, distribución en planta, optimización.

## **1. TÍTULO DE LA PROPUESTA:**

Análisis para el estudio de factibilidad del proyecto de traslado “Fénix” del Centro de Distribución TRANSEJES S.A.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

DANA Transejes S.A es una empresa colombiana de la industria automotriz que fabrica y comercializa productos para el sector, la compañía ofrece al mercado piezas de repuesto tales como ejes cardán, diferenciales y homocinéticos, —estos últimos gracias a la integración con la empresa inglesa GKN creando así TH de Colombia que es una de las empresas asociadas con Transejes— así como también sistemas de transmisiones, pistones y productos OEM (Original Equipment Manufacturer); hace parte de la filial DANA Corporation que se dedica a la manufactura, comercialización y ensamble de productos y sistemas para el mercado automotriz, con especialidad en ejes y transmisiones.

Desde **1947** TRANSEJES S.A trabaja en el ensamble de ejes diferenciales y, a través de la asociación con GKN evoluciona a otros mercados como el ensamble de vehículos y el mecanizado de autopartes. En toda su trayectoria se han realizado cambios relevantes en la compañía tales como creación de nuevas líneas de ensamble, transformación en la distribución de planta en Bucaramanga, —pasando de una estructura de producción en línea a una producción por celdas de manufactura— y, se ha sometido a tres traslados en la localización del Centro de Distribución, la primera en el año **2013**, donde el Centro de Distribución se ubicaba en Girón, Santander y fue trasladado a Bogotá con la finalidad de fortalecer las transacciones comerciales de la línea de negocio de reposición. Posteriormente, se realizó un traslado a otra localidad de Bogotá con el fin de unificar líneas de negocio, como el ensamble de chasis para una reconocida marca de vehículos. Finalmente, se dio un traslado del Centro de Distribución y ensamble a Funza en el año **2015**, la razón principal para llevar a cabo el traslado fue por el negocio de ensamble de módulos o chasis para los clientes MERCEDES BENZ y FOTON, puesto que esta línea de negocio representaba un gran porcentaje de todos los ingresos de TRANSEJES.

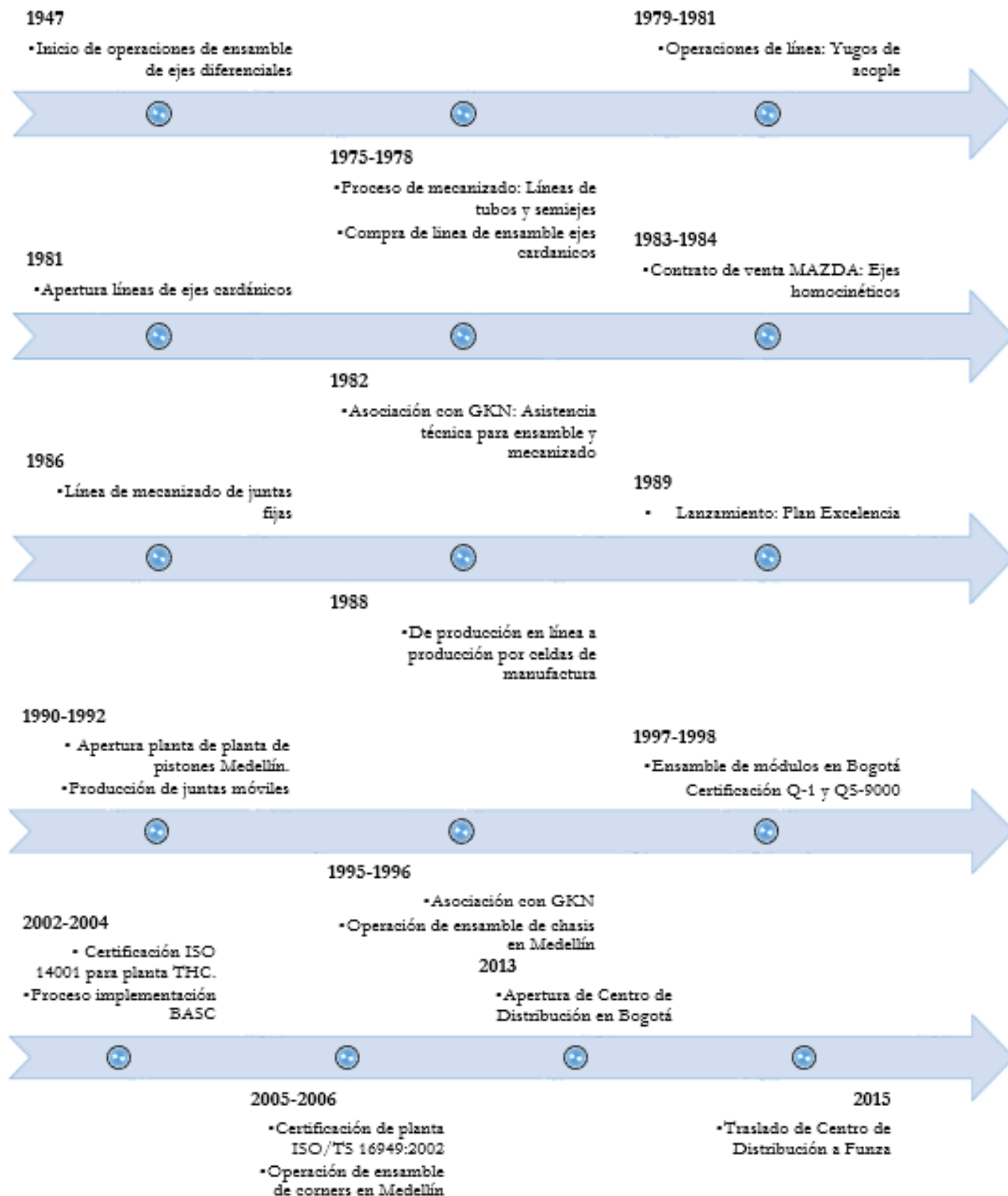


Ilustración 1 Línea de tiempo DANA TRANSEJES S.A. Fuente: Elaboración Propia.

En la actualidad, la empresa posee una planta de manufactura en Bucaramanga (THC), en donde se dedican a la producción de ejes homocinéticos, y el centro de distribución y ensamble en el municipio de Funza, en donde se ensamblan módulos o chasis para MERCEDES BENZ (*Daimler*) y FOTON (*Corbeta*). El centro de distribución se encarga tanto del aprovisionamiento de producto para Brasil, Ecuador, Perú, Chile, México y hasta hace poco Venezuela, así como de la importación de productos para su respectiva distribución.

En este momento, TRANSEJES S.A. posee su Centro de Distribución en Funza (Km 3 Vía Funza Siberia, Bodega 16 Parque Industrial San Pedro) a modo de arrendamiento, además, y en consecuencia a su historial de traslados, la mayoría del personal que compone las operaciones del Centro de Distribución vive en Bogotá, por lo que es responsabilidad de la empresa la asignación de rutas para el traslado diario de los trabajadores.



*Ilustración 2 Mapa Centro de Distribución DANA Transejes. Fuente: Google Maps.*

Los costos mensuales incurridos por concepto de arriendo de Bodega y traslado de personal en rutas se muestran a continuación.

<b>SERVICIOS TRASLADO Y ARRIENDO</b>		<b>DANA TRANSEJES S.A.</b>	
<b>Concepto</b>	<b>Costo COP</b>	<b>Costo USD</b>	
Arriendo Bodega I6 - Parque Industrial San Pedro	\$ 29.873.819	USD 9.957,94	
Traslado de Personal: Ruta Norte	\$ 2.160.000	USD 720,00	
Traslado de Personal: Ruta Sur	\$ 1.350.000	USD 450,00	
<b>TOTAL SERVICIOS</b>	<b>\$ 33.383.819</b>	<b>USD 11.127,94</b>	

*Tabla 1 Costos mensuales de transporte de personal y arriendo de bodega. Fuente: Elaboración propia.*

Una de las principales razones para la ubicación de las operaciones del Centro de Distribución a Funza, fue generar una sinergia en la línea de negocio de ensamble de chasis para MERCEDES BENZ y FOTON, sin embargo, las actividades con los clientes mencionados están en declive y la línea de negocio de Aftermarket está creciendo de forma constante, por lo que una bodega en Funza cercana a estos clientes, ahora ya no se considera una buena decisión estratégica.



*Ilustración 3 Plantas de ensamble de chasis Mercedes Benz y Foton. Fuente: DANA Transejes.*

Una de las propuestas, hecha por los directivos de la compañía, es la reubicación de las operaciones del Centro de Distribución al interior de la planta de manufactura de productos de OEM, propiedad de la empresa llamada TH de Colombia, la cual hace parte de las líneas de negocio de DANA Transejes S.A.



La planta de manufactura de THC es de propiedad de la empresa y posee espacios que podrían ser adecuados para la instalación del Centro de Distribución que está actualmente ubicado en Funza.



*Ilustración 4 Planta de Bucaramanga THC. Fuente: DANA Transejes.*

Por otro lado, uno de los objetivos trazados por la compañía dispuesto en un plan denominado *PLAN 20/20*, considera aumentar las ventas para el año 2020. Para alcanzar este objetivo, Transejes S.A. busca diagnosticar si es posible aumentar su inventario con las herramientas de almacenamiento que posee en el momento, por ende sugiere un análisis preliminar de la zona de almacenamiento que permita comprobar si es posible el crecimiento paulatino para ese año.

El Centro de Distribución de TRANSEJES S.A. cuenta con una estructura organizacional funcional, donde el trabajo se encuentra dividido en seis departamentos: Operativa, AFM, Financiera, Comercial, Recursos Humanos y IT. En conjunto, hay 81 personas que laboran en el Centro de Distribución en las distintas áreas, de los cuales, 13 tienen contrato tipo Outsourcing y 68 están vinculados directamente en la compañía. Un problema adicional, es que existen cargos duplicados debido a falta de sinergia en las operaciones del Centro de Distribución y planta de manufactura.

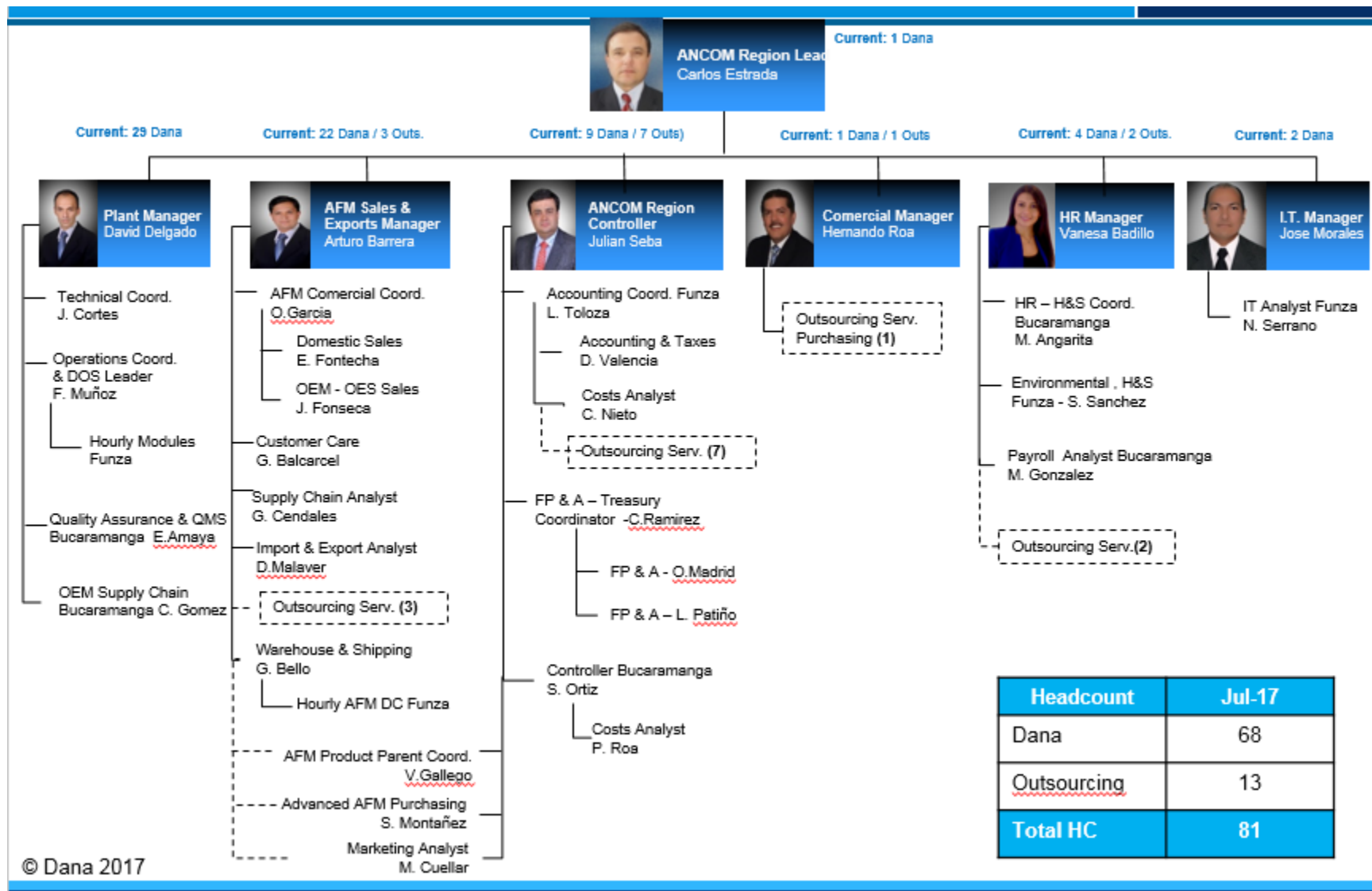


Ilustración 5 Organigrama DANA Transejes. Fuente: DANA Transejes.

### 3. OBJETIVOS

**3.1 OBJETIVO GENERAL:** Analizar el impacto de la relocalización del centro de distribución de DANA TRANSEJES S.A. para apoyar el proceso de toma de decisiones en el proyecto de traslado.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el impacto, en cuestión de tiempos y fletes para la recepción de mercancía de importación y despacho para clientes, para los escenarios planteados.
- Identificar los ahorros potenciales relacionados con servicios, arriendos e impuestos en cada una de las alternativas.
- Realizar un diagnóstico del espacio disponible para el Centro de Distribución de Transejes en la locación de Girón.
- Identificar la situación actual de almacenamiento de referencias y las oportunidades de mejora en el control de inventarios.

### 4. JUSTIFICACIÓN:

A través del desarrollo del proyecto aplicaran los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería Industrial, por medio del análisis de la información, la planeación y ejecución de modelos de ubicación continua y los modelos de optimización. A lo largo de la práctica empresarial, se utilizarán los conceptos básicos adquiridos en asignaturas como logística y distribución en planta, pero aplicándolos en un ambiente profesional.

En este caso, la compañía se encuentra analizando una decisión sobre la relocalización de su centro de distribución, lo cual comprende una tarea con muchos factores implicados y por lo tanto resulta compleja (Ballou, 2008). El principal objetivo en la decisión es garantizar una sinergia en los actores del proceso que en este caso son: los proveedores, quienes participan en el proceso de almacenamiento de mercancía y los clientes. Esta relación de entradas y salidas tiene a su vez costos asociados (ya sea, de

traslado de mercancías, traslado de personal, tiempos de entrega, de importación o exportación, entre otros), y éstos influyen directamente en la estrategia de fijación de precios competitivos en el mercado. En conclusión, la toma de una decisión deficiente ocasionaría costos elevados en la operación y, en ese mismo sentido, pérdidas para la compañía. (Frazelle & Sojo, 2002)

Sobre la base de las consideraciones anteriores, el problema descrito se enmarca en el proceso de organización y, por ende, es un problema de distribución en planta. Analizando el problema de distribución que implica este traslado, se debe considerar con el principio de circulación o flujo de materiales, que puede verse en todo el proceso logístico e incluye la recepción de mercancías, su almacenamiento y su despacho. (Murther, 1970)

Así, es correcto afirmar que, uno de los principales problemas que afectan a la compañía (si se ejecutará el traslado), tiene que ver con el factor movimiento, englobando el transporte inter departamental como el intra departamental (Murther, 1970). En el análisis de este factor, es posible identificar las oportunidades, legales o gubernamentales, que permitan, a través de una decisión en el ámbito de la distribución de planta, el alcance de los objetivos estratégicos trazados por la compañía. De allí, la importancia de identificar aquella localización que mejore el flujo de material en el proceso logístico, por tanto, el objetivo de este proyecto se centra en el estudio de los factores directamente relacionados con el traslado del centro de distribución, brindando así, un primer estudio de factibilidad de la relocalización de la instalación y apoyando, de esta forma, la decisión de ejecutar o no el traslado.

## **5. MARCO TEÓRICO**

El proyecto descrito tendrá como referencia los ejes temáticos enunciados a continuación,



*Ilustración 6 Ejes temáticos del marco teórico. Fuente: Elaboración Propia*

## **5.1 Logística y Cadena de Suministro**

### ***5.1.1 Logística***

“La logística puede definirse como la ciencia que estudia cómo las mercancías, las personas o información superan el tiempo y la distancia de forma eficiente. Así, la logística se contempla como envolvente natural del transporte (*Robusté, 2005*)”, la logística hace parte fundamental de las estrategias que adoptan las empresas para mejorar su actividad. Comprende el aprovisionamiento de materias primas, planificación, gestión de la producción, almacenamiento, diseño, embalaje, etiquetaje, clasificación y distribución física, en el que hacen parte flujos tanto de información como de materiales y recursos. (*Robusté, 2005*).

En síntesis, la logística es contemplada como una actividad parte de la operación en una empresa donde se planea, se ejecuta y controla los flujos de información, recursos y bienes y servicios, y que añade valor a los productos y servicios quien en últimas satisface al cliente y aportan a las ventas. (*Ballou, 2004*).

### ***5.1.2 Cadena de suministro***

En una compañía es imprescindible el estudio de las relaciones entre los sujetos que componen toda la operación de transporte, manufactura, manipulación, almacenamiento y comercialización de mercancía, esto implica analizar desde la previsión de la demanda que influye tanto en la planeación de materiales como en la provisión a los mercados y la normatividad adjunta a todas las actividades descritas, estas relaciones entre empresas o entidades hacen parte de la denominada *cadena de suministro* (*Soret Los Santos, 2006*).

Según Ballou, la cadena de suministro *“abarca todas las actividades relacionadas con el flujo y transformación de bienes, desde la etapa de materia prima (extracción) hasta el usuario final, así como los flujos de información relacionados”*, así, podemos definir que es una integración de actores que trabajan en pro de alcanzar los objetivos planteados por la organización, centrando su interés en el flujo de información, material y recursos.

Se establece entonces una relación entre los flujos de información, recursos y financiera, donde se recibe retroalimentación del consumidor, se estudian las inversiones, se gestiona el abastecimiento de insumos con proveedores, se produce, se planea, se despacha producto, entre otras actividades que en últimas son llevadas a cabo por los actores que componen el proceso.

#### 5.1.2.1 *Gestión de la cadena de suministro*

Con el constante cambio y los retos que suponen las empresas frente al fenómeno de la globalización e incluso competencia en el ámbito local, surge la necesidad de gestionar y optimizar los costos asociados a los procesos implicados en la logística, es allí donde nace el concepto de *Gestión de la cadena de suministro*, definido como *“el conjunto de funciones, procesos y actividades que permiten que la materia prima, productos o servicios sean transformados, entregados y consumidos por el cliente final”* (Sánchez Gómez, 2008), así mismo, se puede evidenciar no solo la integración de actores que componen el proceso logístico como ventas, compras y manufactura, sino que también se hace una inclusión de *“transportistas, almacenistas, vendedores al detalle (o menudeo) e incluso los mismos clientes”* (Chopra & Meindl, 2008)

Dentro de la cadena de suministro tiene incidencia en el proceso desde que llega la orden del cliente hasta que se despacha el producto o servicio requerido, es allí donde se crea un importante interés en hacer énfasis en la planificación, el aprovisionamiento, la fabricación, la venta, el almacenamiento y el transporte.

### 5.1.2.2 *Funciones de la cadena de suministro*

Dado que este concepto integra los múltiples actores que hacen parte del objetivo macro de la empresa, la cadena de suministro abarca 4 funciones principales que se resumen en *optimizar, integrar, colaborar* y *sincronizar* (Sabriá & Publishing, 2004), donde el enfoque se encuentra relacionado con mejorar los diversos indicadores maximizando el valor total agregado, por ejemplo, el nivel de servicio brindando así un valor agregado en el proceso logístico en conjunto.

### 5.1.2.3 *Fases de la cadena de suministro*

En la gestión de la cadena de suministro es indispensable la toma de decisiones frente al flujo de información, inversiones y productos, para ello *Chopra* en su libro *Administración de la Cadena de Suministro* propone unas fases que comprenden las decisiones más comunes que se toman entorno al objetivo de una cadena de suministro, estas son: *Estrategia o diseño de la cadena de suministro, Planeación de la cadena de suministro* y *Operación de la cadena de suministro*.

- ***Estrategia o diseño de la cadena de suministro***

Esta fase comprende las decisiones implícitas en actividades de estructuración de la cadena de suministro a largo plazo, teniendo en cuenta planes de fijación de precios y de marketing para el producto, así bien, se estructura y configura la cadena de suministro y se toman a consideración las estrategias tales como de subcontratación de servicios o trabajos a nivel local, la cantidad de producto que será fabricado, su almacenamiento, entre otras de este tipo.

- ***Planeación de la cadena de suministro***

Aquí, las decisiones se denominan como fija, se establecen qué mercados serán abastecidos, desde dónde, cómo se hará la fabricación, se definen las políticas de inventario y se identifican las oportunidades de promocionar y modificar el precio del producto. Además, se tienen en cuenta las variables respecto a la demanda, tasas de cambio y competencia.

- ***Operación de la cadena de suministro***

Las decisiones en esta fase son tomadas en un horizonte de tiempo corto, son semanales o diarias, y van enfocadas al nivel operativo atendiendo las solicitudes que llegan a la cadena (órdenes de clientes), se selecciona la fecha de entrega del pedido, el movimiento en el almacén, cómo será el transporte y cuando se realizará el envío. Entonces, durante esta fase se realizan operaciones de gestión de pedidos, gestión de inventario, gestión logística de comercio internacional, gestión de transporte y gestión de almacenes. (*Sabriá & Publishing, 2004*)

## **5.2 Localización de instalaciones**

“La localización de una instalación es el proceso de elegir un lugar geográfico para realizar las operaciones de una empresa” (Carro Paz & González Gómez), al analizar las relaciones que tienen los actores dentro del proceso logístico y de cadena de suministro, es importante definir el diseño que tendrá el sistema en cuanto a localización que permita minimizar los costos asociados a los flujos de información, recursos y financieros, es allí donde nace la necesidad de realizar un análisis de localización de instalaciones.

La decisión de ubicación de una instalación resulta siempre compleja, dado que los criterios a los que se somete son distintos según el tipo de sistema productivo y varían de acuerdo al tipo de empresa, de igual forma, el sistema productivo puede resultar muy amplio donde se evidencia la interacción de varias instalaciones independientes a aquella que se estudia. (*Vallbonrat & Coromias, 1991*)

### ***5.2.1 Objetivos de localización de instalaciones***

Cuando se habla de decisiones de localización de instalaciones se pretende atacar dos objetivos principalmente, la capacidad y ubicación ya que representan aspectos imperativos en la competitividad, una de las metas que subyacen de la toma de decisiones es la necesidad de producir/distribuir cerca al cliente, principalmente por el coste de los envíos, los acuerdos comerciales y la competencia en el tiempo y otra es,



la necesidad de instalación de la planta cerca al personal óptimo, aprovechando salarios o habilidades técnicas (García, *Puente García, & Parreño Fernández, 1995*).

### **5.2.2 Factores de ubicación de instalaciones**

Seleccionar la ubicación de una instalación es al final una decisión estratégica que tendrá repercusiones sobre diversos factores que inciden sobre la empresa, estos a su vez se clasifican en dominantes o críticos y secundarios, en la categoría de dominantes se encuentran todos aquellos que derivan en la competitividad de la empresa en tema de costos, calidad, tiempo y/o flexibilidad y tienen efecto sobre las ventas o los costos. (*Carro Paz & González Gómez*)

En el libro *Métodos de localización* se pretende explicar los costos que inciden en mayor instancia en la decisión de ubicación de una instalación, estos son:

1. *Costos regionales*: Asociados a la localidad, implican el coste de terreno por concepto de arriendos, mantenimiento, construcción, personal, impuestos y costes de servicios.
2. *Costos de distribución de entradas*: Hacen énfasis en la disponibilidad y coste de materias primas y de suministros.
3. *Costos de distribución de salidas*: Involucran los movimientos de material al enviar productos al cliente final o a otras instalaciones dentro de la red.

### **5.2.3 Métodos de localización de instalaciones**

Para resolver el problema de localización de instalaciones existen en la actualidad diversos métodos que permiten obtener una aproximación hacia aquella ubicación que permitirá sinergia entre las actividades que comprenden el sistema, este conjunto de técnicas componen el estudio denominado *Macro análisis*, donde se evalúan las opciones de región, subregión y comunidades, resolviendo así el problema a través de calificación de factores (subjetivos y objetivos), programación lineal y centro de gravedad,

analizando a su vez los costos implicados en la decisión de localización. (García, Puente García, & Parreño Fernández, 1995).

En el estudio de localización de instalaciones es posible encontrar metodologías que sustenten la decisión de reubicar una instalación, para ello existen métodos cualitativos y métodos cuantitativos, en primer lugar, es frecuente que las empresas empleen métodos que impliquen el análisis cualitativo de los factores que intervienen en la decisión estratégica de ubicación y después realizan un análisis más profundo a través de métodos cuantitativos. (Platas García & Cervantes Valencia)

#### 5.2.2.1 *Métodos cualitativos*

Un método cualitativo se define como “*un tipo de evaluación en la que las fuentes de información incluyen datos no numéricos y además la relación de causalidad entre la acción de formación se comprueba sin conformar un grupo de control. Es decir, no requiere de un escenario contrafactual. Por tal razón no se establecen controles experimentales en la acción evaluada*”. (Organización Internacional del Trabajo, 2011)

En estos métodos es frecuente que se integren cierto número de criterios que intervienen en la decisión, el más común de los métodos es el sistema de calificación de factores donde se tiene en cuenta un conjunto de variables que afectan de forma directa la ubicación tales como, la región de mercado (*costos operativos, potencial del mercado, porción de mercado*), la subregión (*costos de transporte, impuestos, coste de personal y materias primas*), de comunidad (*acceso y costo de materiales, servicios públicos, costo de mano de obra*) y finalmente de lugar (*acceso a red de transporte, características, costes de construcción o terreno*). (García, Puente García, & Parreño Fernández, 1995)

En los métodos cualitativos se realiza una evaluación de los factores que se seleccionaron como decisivos en la ubicación, asignándoles un valor y la suma de estos valores determinará si la alternativa resulta viable o no. La desventaja de los métodos cualitativos radica en que los resultados tienden a ser inciertos puesto que las ponderaciones son netamente subjetivas, aunque sean basadas en experiencia.

### 5.2.2.2 *Métodos cuantitativos*

Este grupo de métodos está enfocado al análisis de la información, se tienen en cuenta variables que afectan al sistema ya sean costos, distancias, tiempos o cargas, y se hace énfasis en la revisión de las alteraciones de las variables para diversos escenarios. Los métodos de resolución de este tipo son en su mayoría modelos de computación, tales como heurísticas, simulación y optimización. (*Krajewski & Ritzman, 2000*)

Dentro del grupo de modelos de computación, existen métodos que tienen naturaleza cualitativa, pero se complementan con métodos cuantitativos, con el fin de asegurar menos incertidumbre puesto que trabajan con datos reales, un ejemplo de esta clasificación es el *método de Brown & Gibson*, también llamado *método de sinergias*.

#### ***Heurísticos.***

El conjunto de métodos que comprenden esta categoría brindan como resultado soluciones factibles, son eficientes y manejan de forma general las variables que influyen en el problema, pueden ser aplicados a problemas combinatorios que representan complejidad a la hora de ser resueltos (*Krajewski & Ritzman, 2000*), el ejemplo más común de aplicación de heurísticas en práctica corresponde a problemas de localización de instalaciones a través de un método simple denominado *Centro de Gravedad*.

- ***Método de centro de gravedad.*** El objetivo de esta técnica consiste en minimizar costos de transporte de mercancía, por tanto, se tienen a consideración variables como fletes, distancias y cargas, obteniendo de esta forma como resultado la coordenada  $(\bar{x}, \bar{y})$  que establece una aproximación a la ubicación óptima donde debería encontrarse la instalación; como desventajas, este método considera las distancias al cuadrado por tanto no representa el método mejor minimiza las distancias, así mismo, no tiene consideración de las restricciones geográficas. (*Robusté, 2005*)

La expresión para calcular las coordenadas es respectivamente,

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} V_i \times R_i \times X_i}{\sum_{i=1}^{i=n} V_i \times R_i} \quad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} V_i \times R_i \times Y_i}{\sum_{i=1}^{i=n} V_i \times R_i}$$

*Ecuación 1 Expresión analítica para cálculo de coordenadas a través de método gravitacional. (Robusté, 2005)*

donde,  $\mathbf{V}$  corresponde al flujo o carga transportado hacia el nodo  $i$ ,  $\mathbf{R}$  representa el costo por envío de la mercancía hacia el nodo  $i$  y, por último,  $\mathbf{X}$  y  $\mathbf{Y}$  determinan la coordenada donde se encuentra el nodo  $i$ .

- **Método de Brown & Gibson.** También llamado *Factores ponderados*, es un método que compara diferentes alternativas de localizaciones y analiza de manera conjunta los factores que intervienen en la decisión de localización, así mismo enlaza su naturaleza cualitativa a través de los factores subjetivos con la parte cuantitativa por medio de los factores objetivos que son cuantificables en términos de costos tales como servicios, transportes, entre otros.

Según artículo publicado por la Universidad Nacional de Mar del Plata llamado *Localización de instalaciones*, como resultado de cuantificar y analizar los factores se obtiene la *Medida de Preferencia de Localización (MPL)*, que no es más que un indicador que señala cuál de las alternativas analizadas relaciona de manera óptima las variables que influyen en la localización de la instalación.

Para hallar el indicador MPL es necesario el cálculo de aquellos indicadores que evalúan tanto los factores ponderados subjetivamente como aquellos que integran data real de instalaciones son *Medida de Localización del Factor Subjetivo (FS)* y *Medida de Localización del Factor Objetivo (FO)* respectivamente y su representación analítica es,

$$FO_i = \left[ COF_i \sum \left( \frac{1}{COF_{in}} \right) \right]^{-1}$$

*Ecuación 2 Medida de Localización del Factor Objetivo. (Carro Paz & González Gómez)*

donde,  $COF_i$  representa los costos totales asociados a la instalación  $i$ .

$$FS_i = \sum (R_{ij} W_j)$$

*Ecuación 3 Medida de Localización del Factor Subjetivo. (Carro Paz & González Gómez)*

donde,  $R_{ij}$  representa la ponderación asignada a los factores subjetivos y  $W_j$  es el índice de importancia relativa que determina la jerarquía de los factores.

Por último, el indicador MPL se calcula teniendo en cuenta un elemento  $k$  que determina el porcentaje de importancia relativa que se le asigna al conjunto de factores tanto objetivos como subjetivos,

$$MPL_i = k(FO_i) + (1 - k)(FS_i)$$

*Ecuación 4 Medida de Preferencia de Localización (Carro Paz & González Gómez)*

La localización a seleccionar será aquella con mayor MPL en su resultado.

- ***Método de Carga - Distancia.***

El método carga distancia es un modelo matemático que evalúa las alternativas de ubicación de instalación teniendo en cuenta el factor de localización de distancia, dando prioridad a la proximidad en el análisis. *(Carro Paz & González Gómez)*

Tiene como postulado que la distancia de origen a destino en envíos de mercancía deberá ser inversamente proporcional al tamaño de la carga, esto es, los envíos con mayor nivel de carga deberán recorrer menos distancia que los envíos con menor nivel de carga, por tanto, su objetivo “*consiste en minimizar el total de cargas ponderadas que entran y salen de la instalación*”. *(Carro Paz & González Gómez)*

## ***Optimización***

Con enfoque a minimizar o maximizar un objetivo, la optimización es el proceso de diseñar escenarios que permitan a través del estudio de variables del sistema impactar sobre los resultados esperados en una organización, en el problema de la localización la programación lineal comprende un paso para brindar alternativas para tomar la decisión de localización de una o múltiples instalaciones. En la optimización el objetivo principal es buscar la mejor solución al problema, con restricción de ahondar en las variables del sistema puesto que estas son vistas de forma general. *(Krajewski & Ritzman, 2000)*

La programación lineal representa una alternativa para tratar problemas a través de herramientas de software y encontrar soluciones factibles como resultado, las aplicaciones de la programación lineal en campo son extensas, puede ser integrado para tomar decisiones como planeación de producción, de productos, secuencias de procesos, control de procesos o inventarios, de distribución de productos, de localización de instalaciones, manejo de materiales o asignación de personal. *(Moya Navarro, 2003)*

## ***Simulación***

*“Simulación es el proceso de diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un sistema o proceso y conducir experimentos con este modelo con el propósito de entender el comportamiento del sistema o evaluar varias estrategias con las cuales el sistema puede operar”*  
*(Shannon, 1988)*

En la simulación se pretende la creación de escenarios que representen el sistema que se quiere estudiar en la actualidad, para ello, define variables que alteran el entorno, las manipula y evalúa su resultado *(Krajewski & Ritzman, 2000)*, en otras palabras, replica la realidad para verificar los efectos que tendría frente a un cambio de comportamiento.

### 5.3 Distribución de planta

La distribución de planta comprende las actividades desde el diseño hasta la adecuación de los espacios que asegure el movimiento correcto de materiales, herramientas, equipo o producto, (*Domínguez Bocanegra, 2016*) se deben tener en consideración los principios básicos que engloba esta rama y son respectivamente aquellos que menciona Richard Muther en su libro *Distribución en planta*,

- Principio de la satisfacción y de la seguridad.
- Principio de la integración en conjunto
- Principio de la mínima distancia recorrida
- Principio de la circulación o flujo de materiales
- Principio del espacio cúbico
- Principio de la flexibilidad

#### 5.3.1 Problemas de distribución en planta

Una empresa debería considerar el estudio de la distribución en planta si se encuentra inmersa en un problema como,

- ***Proyectos de planta nueva***

En este caso, el responsable de diseñar el layout deberá tener en cuenta el espacio correspondiente a la instalación y la asignación de las áreas. Este problema es común cuando en una empresa se integra un nuevo proceso de fabricación o se expande o traslada a una nueva locación (*Muther, 1970*).

- ***Expansión o traslado de una planta ya existente***

Cuando se efectúa un proyecto de este tipo, quien se encarga de diseñar el layout se ve limitado por el espacio de la planta y su estructura, debería adaptar los elementos, el producto y el personal. (*Muther, 1970*)

- ***Reordenación de una distribución existente***

Tiene por objetivo principal mejorar las prácticas, adoptar nuevos métodos e integrar equipos eficientes con la finalidad de obtener un conjunto integrado, el problema surge por las limitaciones para reestructurar los procesos sin afectar el flujo de materiales. (Muther, 1970)

- ***Ajustes menores en distribuciones ya existentes***

En este caso, se realizan cambios en operaciones específicas de acuerdo a las variaciones en el comportamiento del proceso, por ejemplo, un aumento en ventas ocasionaría una nueva estructura en almacenamiento, o instalación de nuevos equipos. (Muther, 1970)

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1 Estudio del Sistema

#### 6.1.1 Contextualización del proceso logístico

En la actualidad al centro de distribución llega mercancía de México, USA, Panamá, Ecuador, Brasil, Venezuela, Taiwán, Tailandia, India, China, Corea del sur y Luxemburgo, esta mercancía se presenta en aduanas en los puertos de Buenaventura y Cartagena, así como en zona aduanera en Ipiales.

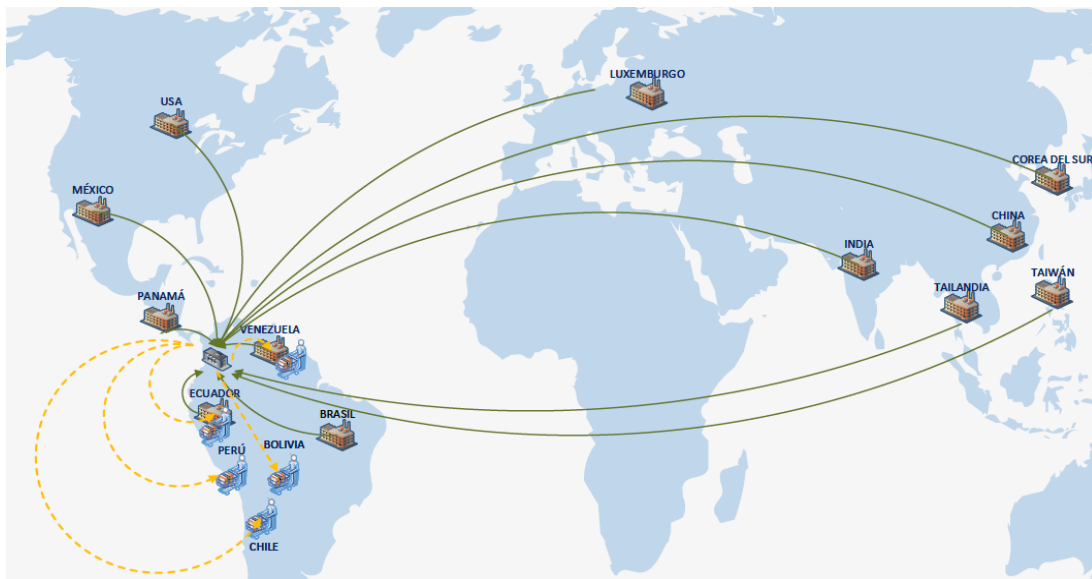


Ilustración 7 Mapa de importaciones y exportaciones. Fuente: Elaboración propia



Así mismo, se despacha mercancía desde Funza hacia clientes de origen nacional que se encuentran ubicados en Bogotá, Bucaramanga, Medellín, Pereira, Cali, Tolima, Ibagué y Barranquilla.



*Ilustración 8 Mapa de envíos de mercancía a nivel nacional. Fuente: Elaboración propia.*

El proceso logístico que comprende la operación de Centro de Distribución de TRANSEJES S.A se encuentra desglosado en 3 partes, la primera corresponde a la importación y entrada de insumos, la segunda integra la operación que se realiza dentro del centro de distribución y, por último, la tercera describe el proceso de despacho de material productivo a clientes.

## **1. Importación y entrada de insumos.**

En esta primera fase, se hace la respectiva selección de la mercancía que se llevará al Centro de Distribución, si la mercancía hace parte de los insumos como (cajas, grapas, vinipel industrial, pegante) se hace un análisis del abastecimiento requerido para este tipo de mercancía, una vez se conocen los insumos necesarios se efectúa la orden de abastecimiento y se realiza la respectiva cotización se selecciona el proveedor, se realiza la negociación donde se establecen las obligaciones de transporte, se genera la orden de compra y al cabo de unos días el proveedor envía al centro de distribución.

Por otro lado, si la mercancía hace parte de importaciones se define si el producto es *Stocking Part*, si es así su pedido se hace por pronóstico, de lo contrario hace parte de producto *No Stocking Part* y por lo tanto, el pedido se hace por orden del cliente; una vez se definen los productos que deberán ser importados para su respectiva distribución, se selecciona el proveedor, se hace la negociación donde se definen los términos INCOTERM (generalmente son FOB: Free On Board), y se genera la respectiva requisición al proveedor, así mismo, se establece si la mercancía que entrará por importaciones llegara en un contenedor tipo LCL o FCL, en el caso de que sea LCL se hace una consolidación de mercancía por parte del proveedor y la envían al puerto acordado.

Una vez la mercancía llega a puerto, se realiza la nacionalización del producto con su respectiva documentación de aduanas y se envía al centro de distribución.

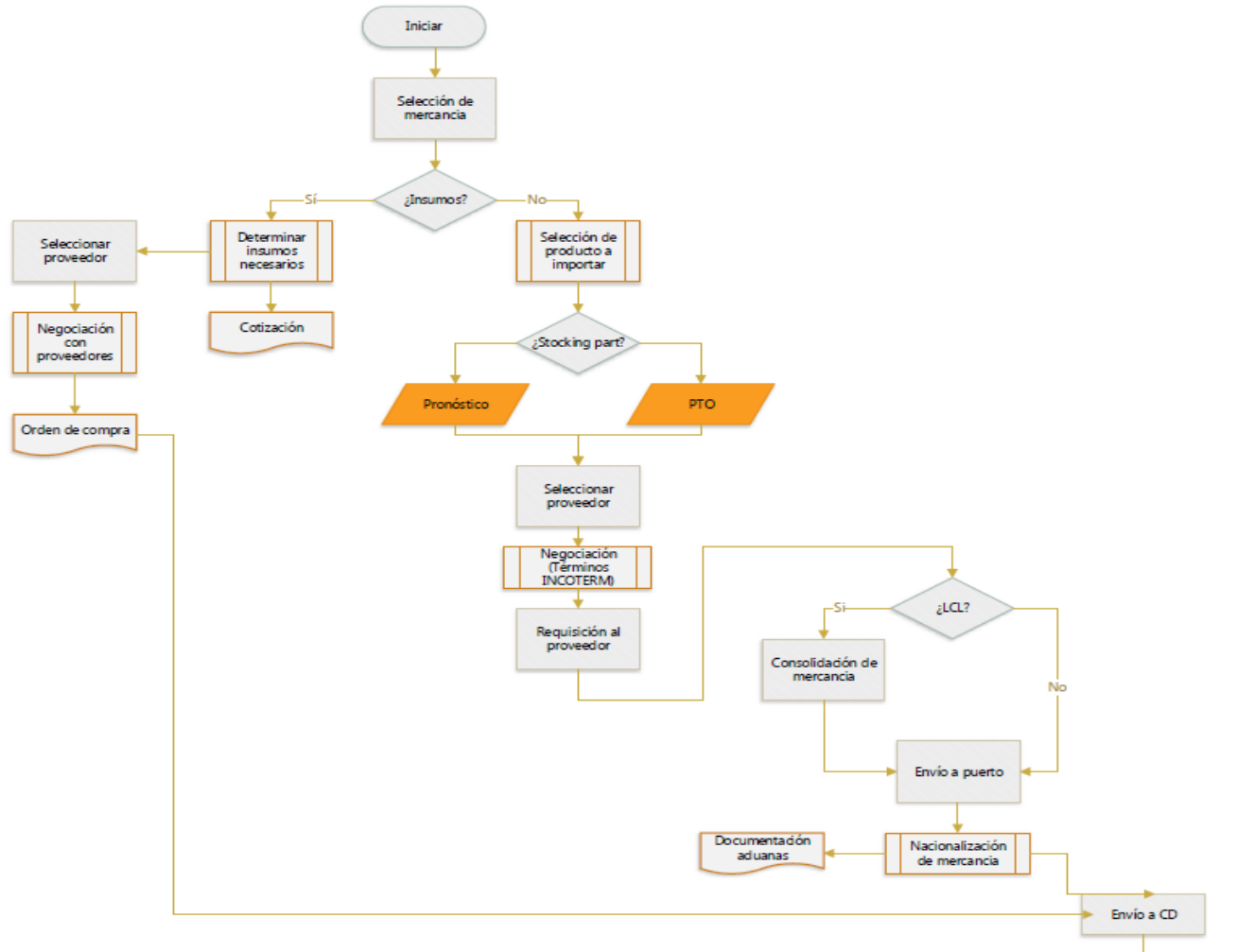


Ilustración 9 Proceso de importación. Fuente: Elaboración propia.

## 2. Centro de distribución

Una vez toda la mercancía solicitada llega al centro de distribución, se realiza la recepción e inspección de recibo, si el producto no es conforme, se genera un reporte y se almacena en una zona denominada **Zona de amarillas**, donde se realiza la respectiva inspección de calidad y se define si el material allí almacenado es recuperable o no lo es, en caso de no ser recuperable se rechaza, se genera la comunicación al proveedor y se almacena en una zona a la espera de realizar devolución correspondiente; por otro lado, si el material recibido es conforme, se almacena y clasifica a la espera de la orden de compra por parte del cliente

En el momento que el cliente genera la orden de compra, empieza el alistamiento de la mercancía, se realiza el *picking* donde se define si el producto solicitado requiere un embalaje individual, en este caso se realiza un pre-empaque del producto, luego, se realiza el *packing* de la mercancía, se realiza la facturación y se define si el producto final es solicitado para exportación, ya que, en este caso, se debe realizar la documentación en comercio exterior para así ser finalmente despachada.

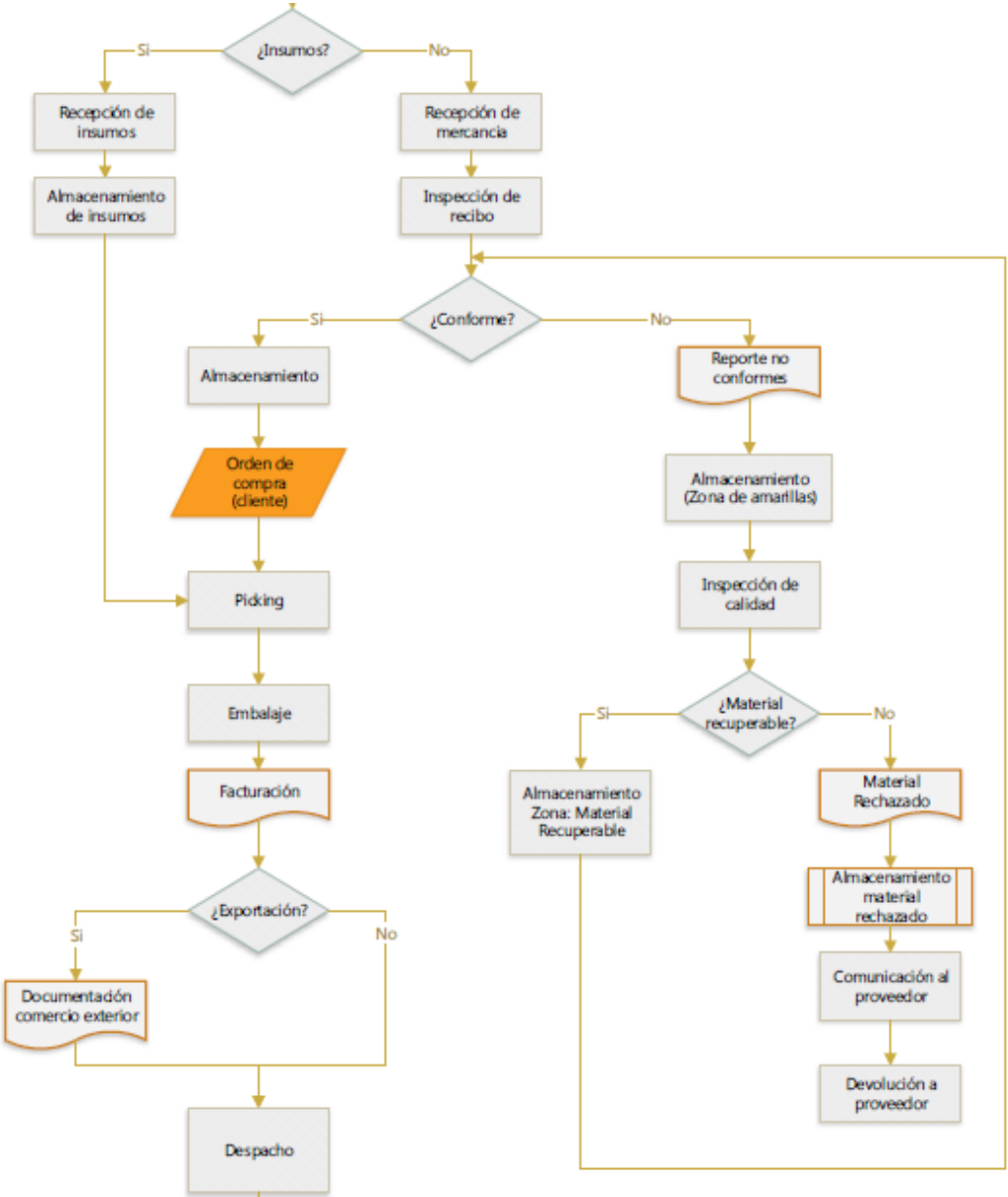


Ilustración 10 Procesos en Centro de Distribución. Fuente: Elaboración propia.

### 3. Despacho

En esta fase del proceso, se determinan las obligaciones de transporte con los clientes, en el caso de ser un cliente local (Bogotá), TRANSEJES asume las obligaciones de fletes y selecciona el transporte para despachar la mercancía a las distintas superficies, en el caso de ser un cliente nacional, se determina si la compra fue por un valor mayor a USD 24,000, ya que en este caso la empresa asume los costos en fletes, en otro caso el cliente es quién los asume y selecciona el transporte en el que su mercancía va a ser despachada y por último, si el cliente es internacional las obligaciones de transportes son definidas con antelación en el acuerdo de venta con el cliente.

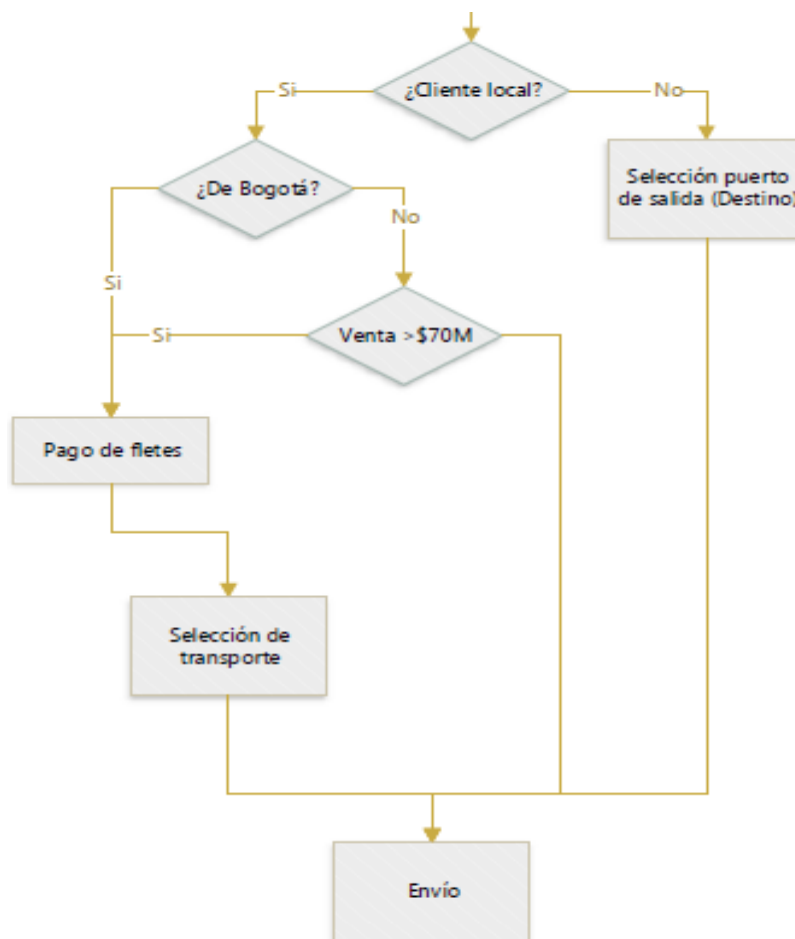


Ilustración 11 Proceso de despacho de mercancía. Fuente: Elaboración propia.

Proceso logístico

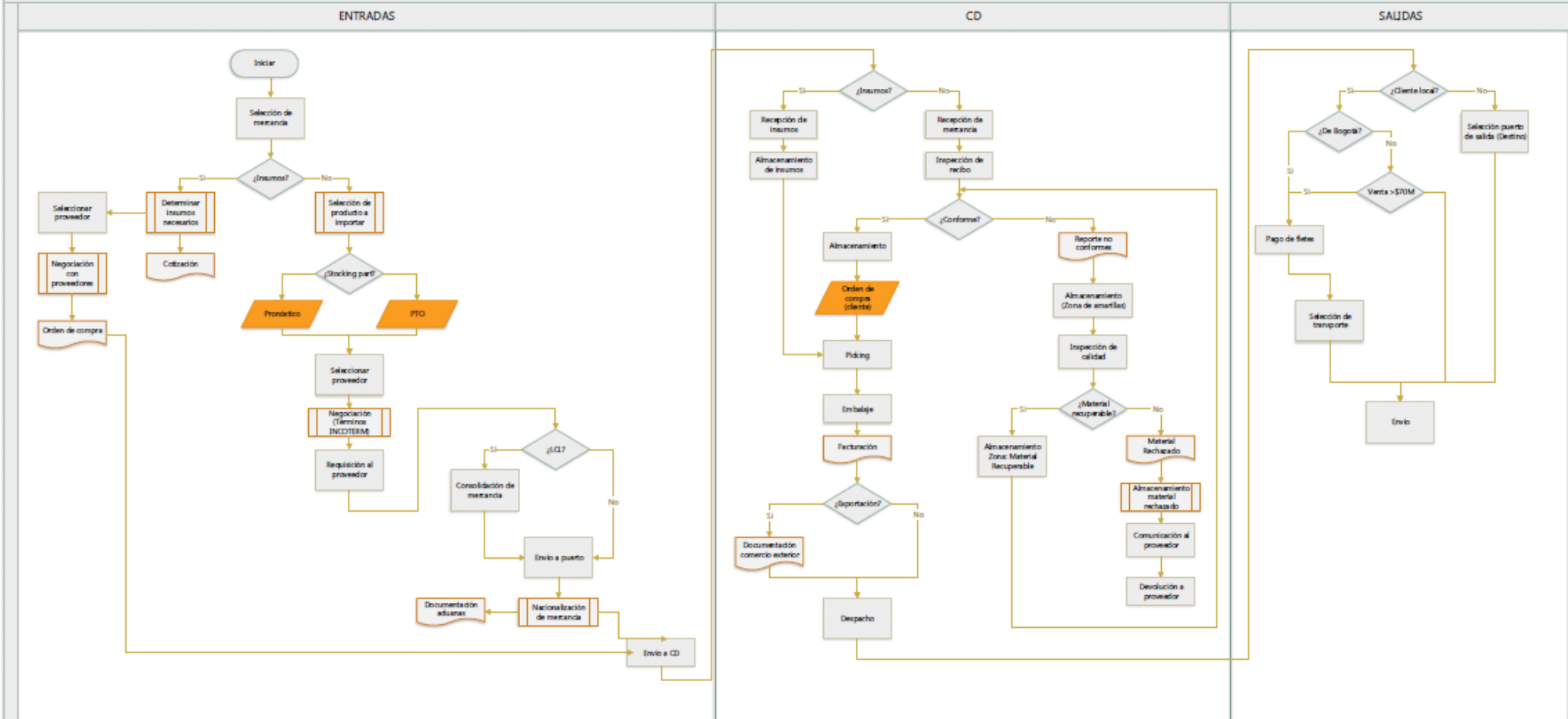


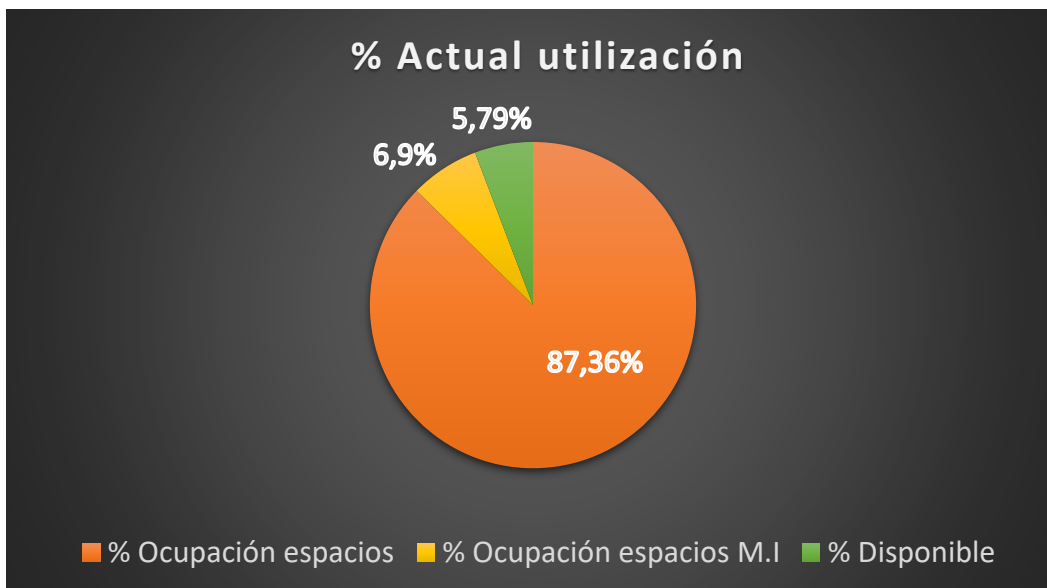
Ilustración 12 Diagrama de flujo de proceso logístico TRANSEJES S.A. Fuente: Elaboración propia

### **6.1.2 Observación y diagnóstico del LayOut actual del Centro de Distribución en Funza**

El Centro de Distribución de Transejes S.A. se encuentra ubicado en el municipio de Funza, posee aproximadamente 3.400 m<sup>2</sup> de los cuales 2.990 m<sup>2</sup> corresponden netamente a la operación del CEDIS, actualmente, en stock se encuentran almacenadas alrededor de 3000 referencias clasificadas en 8 estanterías selectivas y un mezzanine.

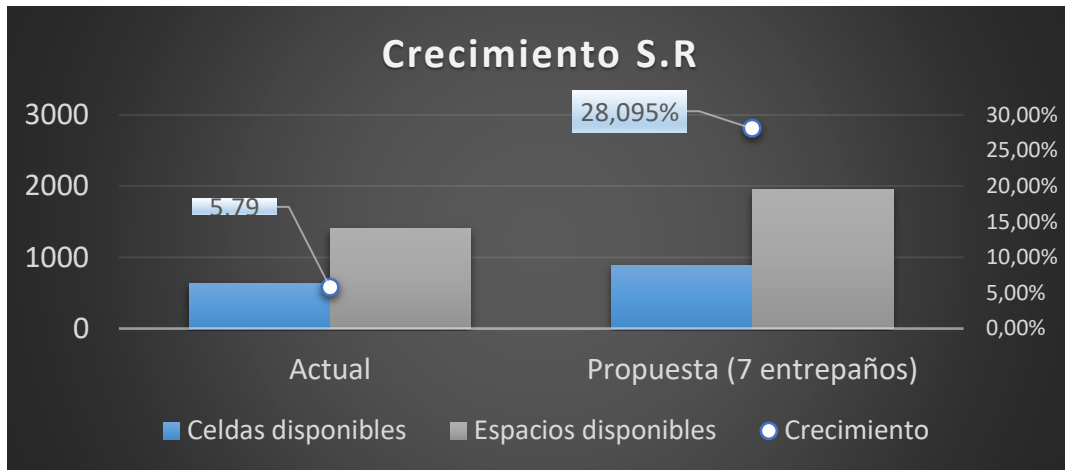
En el ejercicio de observación se encuentra una oportunidad de mejora y considerando los objetivos organizacionales de la instalación, para soportar el plan 20/20 se realiza un análisis del 87,5% de las estanterías selectivas, donde están ubicadas 942 referencias en 126 módulos (con 18 módulos por estantería), se determinó que existen 1400 espacios que ocupan aproximadamente un área de 1443,5 m<sup>2</sup> donde se encuentran ubicadas las referencias y a su vez, se encuentra lo que se denominó material improductivo (material de capacitación, SCRAP, reciclaje, cajas) y zonas (cuarentena, químicos y material no clasificado).

Como se puede evidenciar en la Ilustración 14, de estos espacios, solamente el 87,36% está ocupado por referencias (esto son 1223 espacios) y el 6,9% por material y zonas improductivas, el porcentaje restante es el espacio disponible a ocupar que es del 5,97% que se traduce en aproximadamente 98,9 m<sup>2</sup> de área disponible para almacenar.



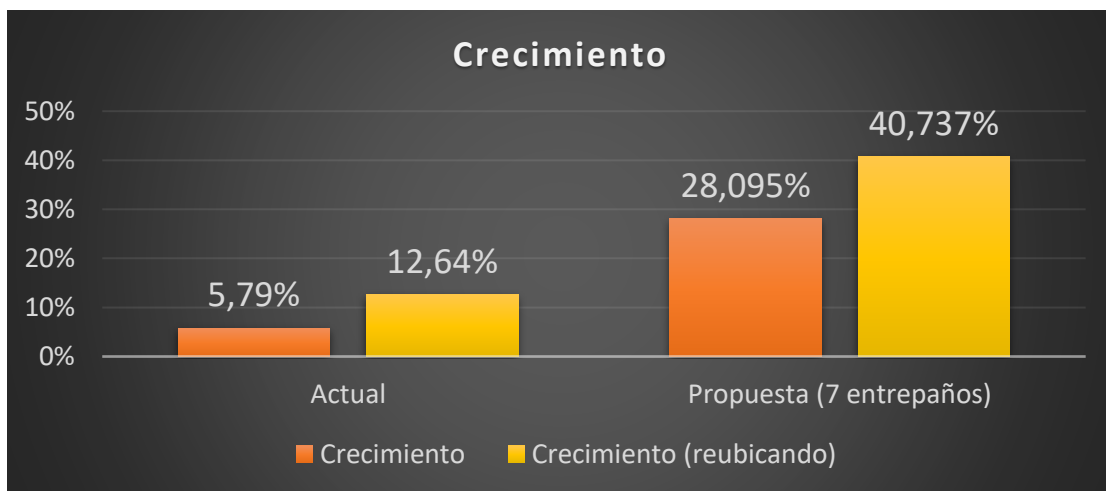
*Ilustración 13 Porcentaje actual de utilización de estantería. Fuente: Elaboración propia*

Si se considerara la posibilidad de aumentar el número de niveles por estantería a 7 entrepaños en este caso, se tendrían 1947 espacios para almacenar, es decir 2003,8 m<sup>2</sup>, lo que implicaría un crecimiento de 28,09% en referencias (562,97 m<sup>2</sup> disponibles para almacenar), esto último sin tener en cuenta la reubicación del espacio considerado como improductivo.



*Ilustración 14 Comparación de crecimiento sin reubicación de material y zonas improductivas.*

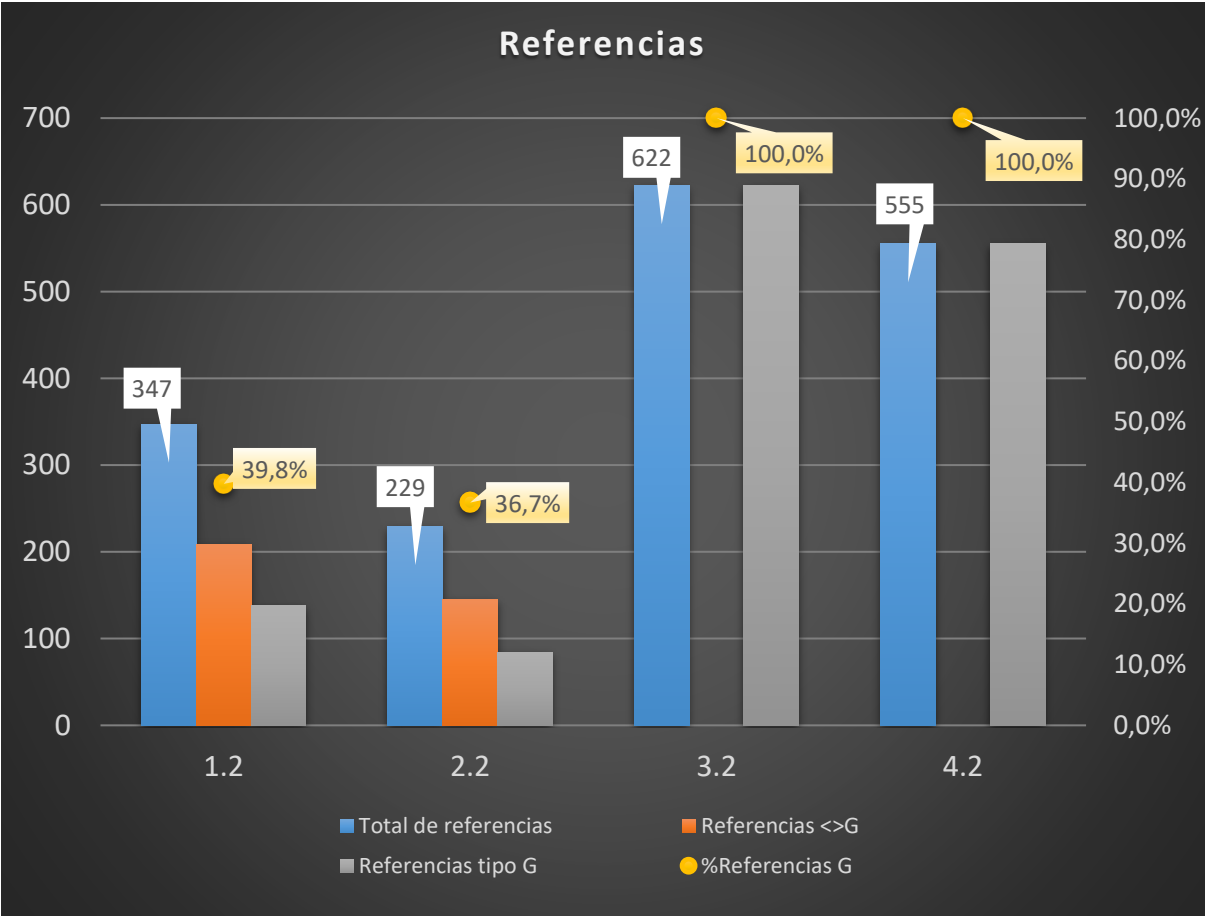
Si se tomara la decisión de reubicar el material y las zonas consideradas como improductivas, sería posible almacenar hasta un 12,64% más de referencias (182,5 m<sup>2</sup> de espacio disponible para almacenar), en consecuencia, con el aumento de entrepaños, se alcanzaría un crecimiento aproximado del 40,7% en referencias, lo que se traduce en 816,31 m<sup>2</sup> de espacio para almacenar.



*Ilustración 15 Comparación de crecimiento (Situación actual vs Aumento entrepaños)*

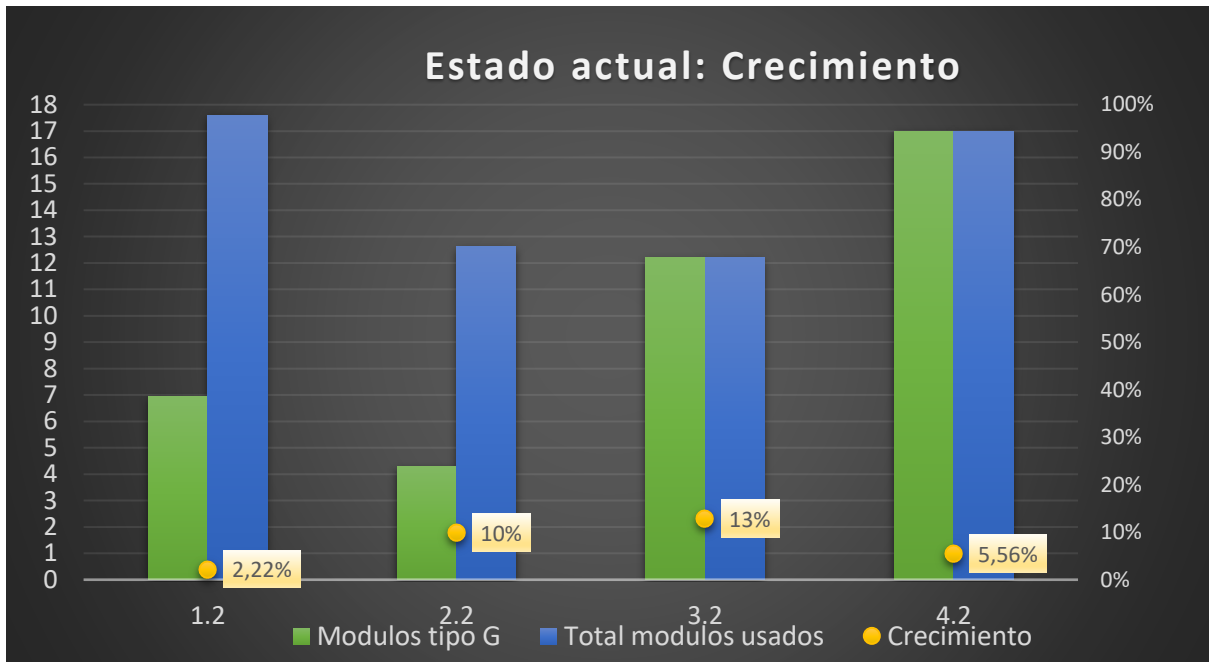


Así mismo, se identifica en el espacio dispuesto para el mezzanine, la oportunidad de optimizar un área aproximada de 330 m<sup>2</sup>, que almacena 1753 referencias respectivamente, de las cuales hay alrededor de un 69,1% de referencias clasificadas como tipo G ocupando 40,45 módulos del total de estanterías, es decir 208,115 m<sup>2</sup>, para un total de 59,4 módulos usados para almacenar (ver *Ilustración 17*), en este caso, es posible un crecimiento del 7,64% según el espacio disponible esto es, 25,2 m<sup>2</sup> para ocupar.



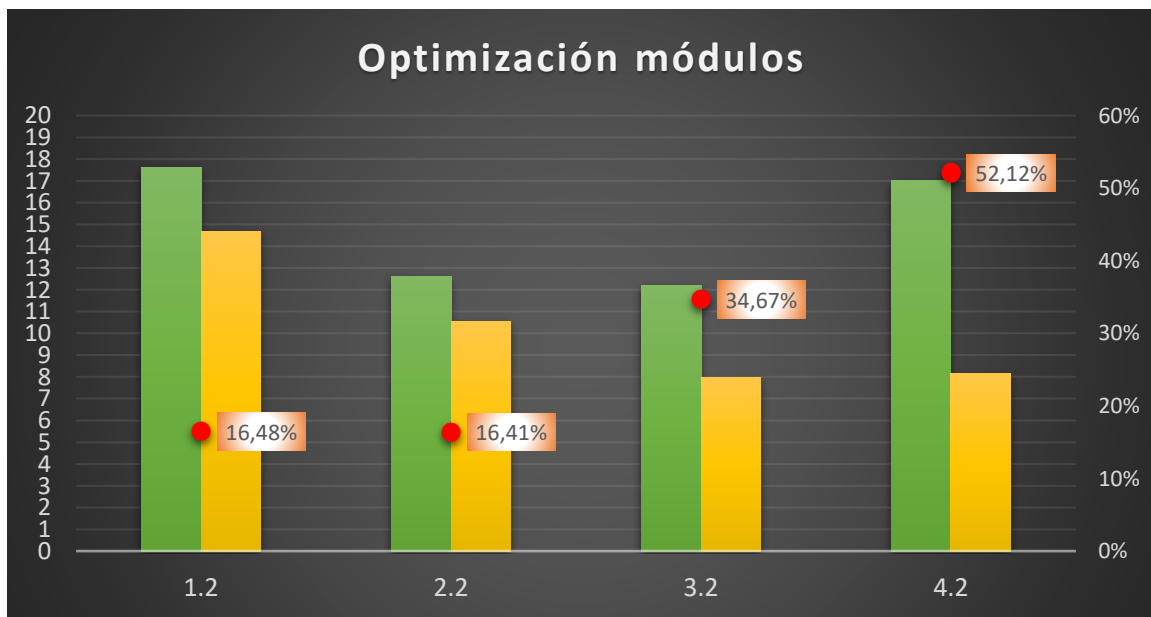
*Ilustración 16 Referencias existentes en mezzanine. Fuente: Elaboración propia*

En la ilustración contigua es posible evidenciar el porcentaje de crecimiento actual en referencias, teniendo en cuenta los módulos usados en total y los correspondientes a referencias con clasificación tipo G.



*Ilustración 17 Crecimiento actual en porcentaje*

Por otro lado, si se considerara reducir el espacio que ocupan las referencias clasificadas como tipo G, aprovechando la necesidad nula de tener esta referencia en stock y agrupando entonces cada una de las referencias encontradas, podríamos optimizar el espacio reduciendo de 40,45 a 22,39 módulos usados solamente por este tipo de referencia, así, reduciendo el uso total de módulos de 59,4 a 41,35 es decir una optimización promedio de 29,92%.

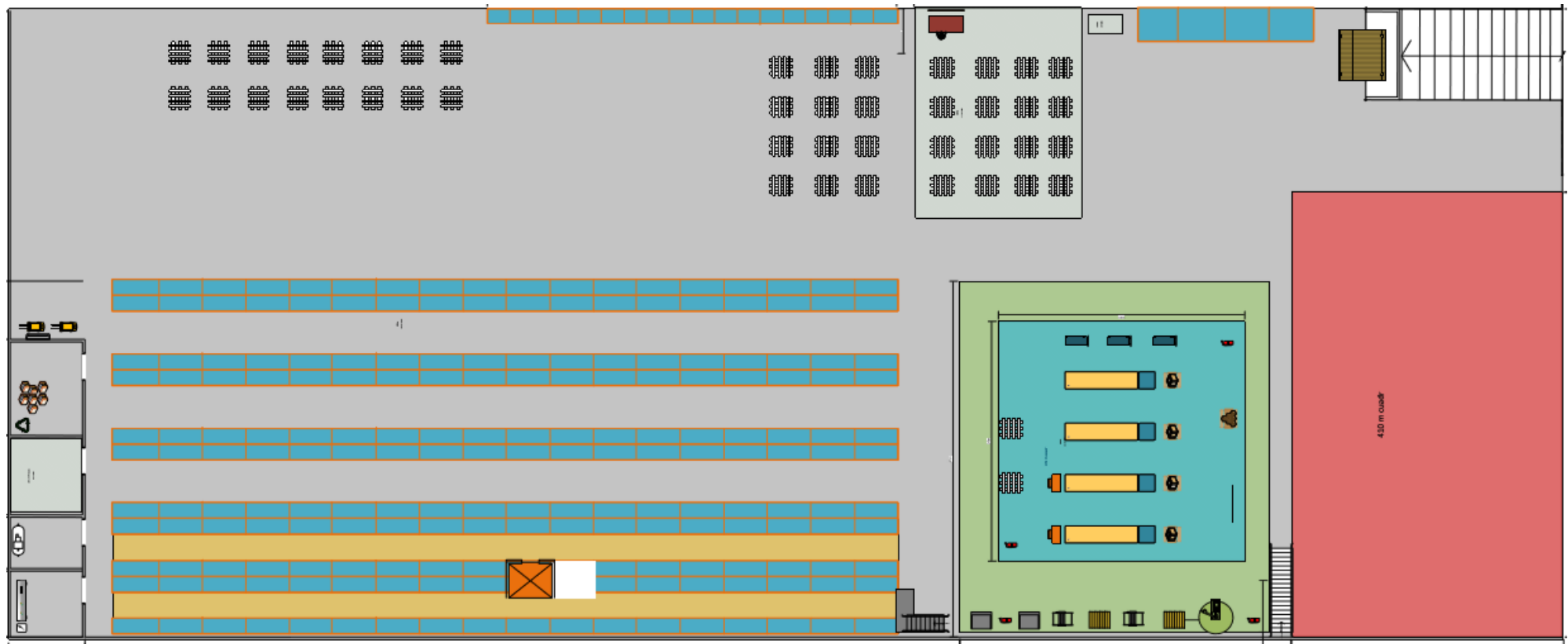


*Ilustración 18 Propuesta de optimización de módulos*

En consecuencia, el crecimiento por estantería aumentaría, logrando un 35,22% de espacio disponible para almacenar, esto es alrededor de 116,22 m<sup>2</sup> disponibles.

De igual forma, es importante considerar las áreas que componen el Centro de Distribución y que permiten la ejecución de las actividades dispuestas, estas son:

- Área de almacenamiento: Corresponde a un espacio de 1.760 m<sup>2</sup> donde se encuentran las estanterías y las estibas que no se encuentran sobre racks.
- Área de recepción y despachos: Allí se encuentra la rampa que permite la descarga de contenedores y la estantería donde se almacena el producto empacado listo para despachar tiene una extensión de 415 m<sup>2</sup>.
- Zona Diamante: En esta zona se encuentran los tableros de indicadores que permiten tener control de la operación dentro del CEDIS, ocupa un espacio de 19 m<sup>2</sup>.
- Área de re trabajos y mantenimiento: Sitio destinado a la recuperación de mercancía que es posible restaurar, comprende un área de 77 m<sup>2</sup> junto a la zona de energía y reciclaje.
- Área de Energía
- Zona de Reciclaje
- Zona de sub ensamble: Espacio destinado al sub ensamble de partes para empaque, tiene una extensión de 54 m<sup>2</sup>.
- Área de pre empaque y empaque: Área que comprende la actividad de packing de pedidos, ocupa un espacio de 317 m<sup>2</sup>.



*Ilustración 19 Centro de Distribución en Funza Transejes S.A. Fuente: Elaboración propia.*

## **6.1 Recopilación y diagnóstico de datos**

### ***6.1.1 Selección de factores afectados por cambio del sistema***

En el contexto, si se tomara la decisión de ejecutar el traslado del Centro de Distribución y teniendo en consideración el historial de movimientos de instalaciones en Transejes S.A. se define que los factores que tendrán incidencia en el impacto de relocalización de la instalación son respectivamente:

- Costo de fletes
- Tiempos de entrega a clientes
- Tiempos de recepción de mercancía desde proveedores
- Costos asociados a servicios:
  - ∴ Acueducto y alcantarillado
  - ∴ Energía eléctrica
  - ∴ Red y Telecomunicaciones
  - ∴ Mantenimiento y aseo
  - ∴ Transporte de personal
  - ∴ Seguridad
  - ∴ Terreno
- Costos de maquinaria y equipo (montacargas)
- Mano de obra
- Impuestos

### ***6.1.2 Análisis de datos***

Con datos históricos 2015-2016 dispuestos por TRANSEJES S.A, se obtiene que el 81,92% de los embarques llegan al puerto de Cartagena, 13.84% a Buenaventura y el 4.25% a Ipiales de un total de 636 embarques efectuados en los últimos dos años.

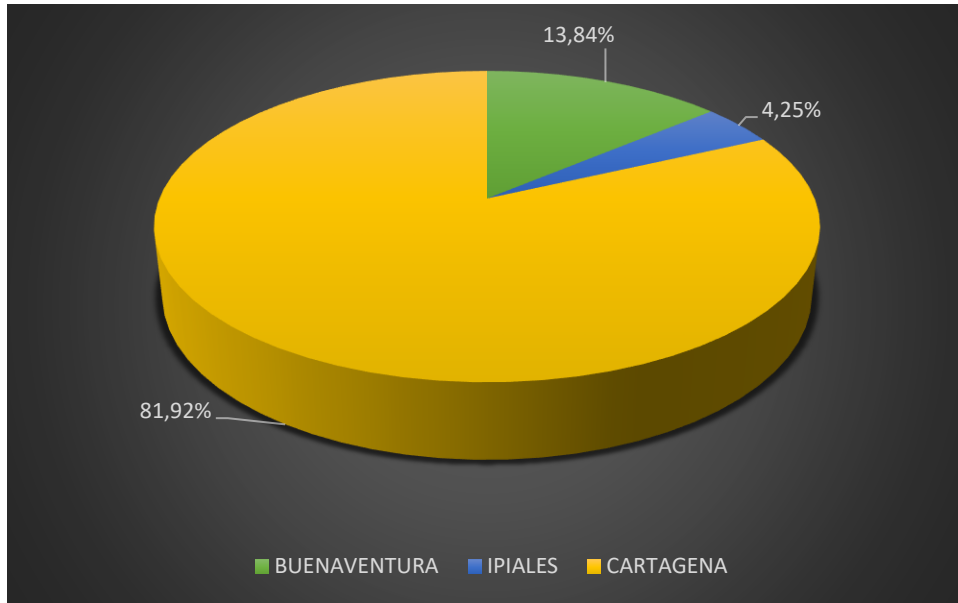


Ilustración 20 Porcentaje de arribos por localización. Fuente: Elaboración propia

En el análisis de los datos de ventas 2015-2016, se obtiene información de la participación de clientes nacionales, se evidencia que Bogotá tiene un alto nivel de participación en ventas del 49.75%, seguido de la ciudad de Bucaramanga con un porcentaje de participación de 15,37%.

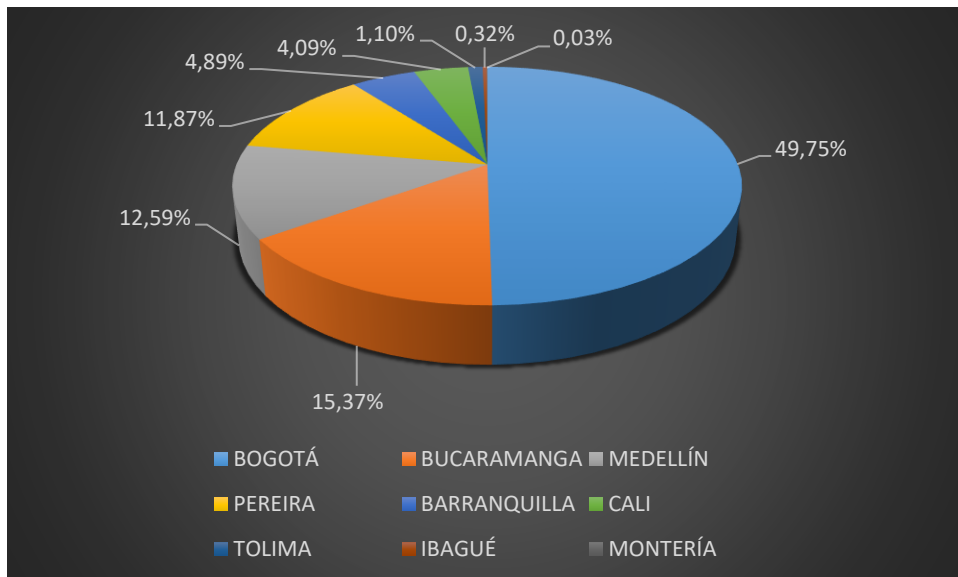


Ilustración 21 Porcentaje de participación en ventas clientes nacionales. Fuente: Elaboración propia

Respecto al transporte de mercancía, Transejes S.A tiene un contrato tipo outsourcing con el proveedor Transportes Giovanni Rivera, quién se encarga de proporcionar las flotillas para llevar a cabo los despachos y la recepción de mercancía en las zonas aduaneras respectivas, a continuación se describen los costos por fletes incurridos hacia los distintos orígenes y proporcionados directamente por el proveedor teniendo en cuenta que los despachos se realizan con tracto camiones tipo Turbo con una capacidad de 4,5 toneladas.

ORIGEN	DESTINO	
	Funza	B/manga
Bogotá	USD 60,0	USD 233,3
Buenaventura	USD 466,7	USD 531,55
Cartagena	USD 668,3	USD 325,3
Ipiales	USD 600,0	USD 657,3

Tabla 2 Costo de fletes desde Zona Aduanera a CD. Fuente: Elaboración propia

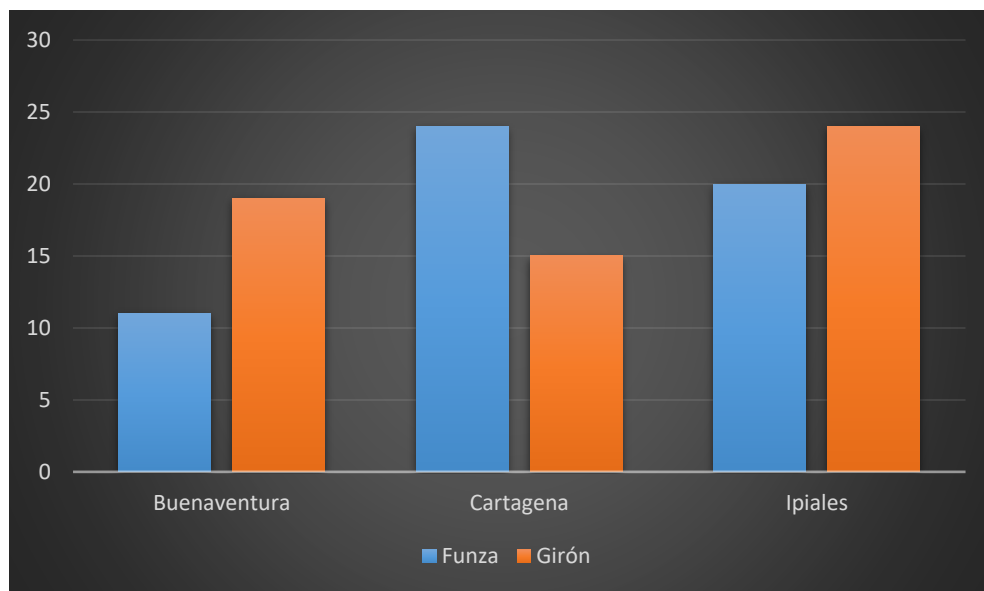
DESTINO	ORIGEN	
	Funza	Girón
BARRANQUILLA	USD 525,00	USD 308,32
BOGOTÁ	USD 60,00	USD 233,33
BUCARAMANGA	USD 233,33	USD 195,07
CALI	USD 315,00	USD 525,00
IBAGUÉ	USD 330,57	USD 592,42
MEDELLÍN	USD 315,00	USD 233,33
PEREIRA	USD 273,00	USD 540,00

Tabla 3 Costo de fletes de Centro de Distribución a Clientes. Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se realiza un análisis comparativo de distancias y tiempos en los envíos de embarques desde la llegada de mercancía a la Zona Aduanera hasta los escenarios de Centros de Distribución, así como la respectiva comparación para las opciones de ubicación del Centro de Distribución y el impacto en términos de tiempo y distancia para los clientes locales e internacionales.

Zona Aduanera	Destino			
	Funza		Girón	
	<i>Distancia (km)</i>	<i>Tiempo (h)</i>	<i>Distancia (km)</i>	<i>Tiempo (h)</i>
Buenaventura	502,66	11	842,77	19
Cartagena	1061,22	24	659,16	15
Ipiales	918,17	20	1258,27	24

*Tabla 4 Comparación tiempos y distancias de Zona Aduanera a CEDIS. Fuente: Elaboración propia*



*Ilustración 22 Tiempo de transporte en horas de Zona Aduanera a CEDIS. Fuente: Elaboración propia*

Como se puede evidenciar en la Ilustración 29, el tiempo de transporte desde Cartagena quién representa un 82% aproximadamente de la recepción de mercancía del exterior, disminuye 62,5% si comparamos el Centro de Distribución siendo ubicado en Funza vs Girón, así mismo sucede con los fletes donde se presentaría un ahorro del 48,67% por viaje efectuado.

De la misma forma, se efectúa la comparación con los despachos desde el Centro de Distribución hacia los clientes, teniendo en cuenta los datos proporcionados por el proveedor respecto a los tiempos y distancias recorridas para cada uno de los destinos,



Destino	Origen			
	Funza		Girón	
	DISTANCIA (km)	Tiempo (días)	DISTANCIA	Tiempo
BARRANQUILLA	985	1	581,75	1
BOGOTÁ	30	1	433,159091	2
BUCARAMANGA	408,5	2	1,9	1
CALI	544,25	1	810,5	2
IBAGUÉ	203	1	600	1
MEDELLÍN	416,909091	1	393,909091	1
PEREIRA	543	1	809	2

Tabla 5 Comparación de tiempos y distancias de CD a Clientes Nacionales. Fuente: Elaboración propia

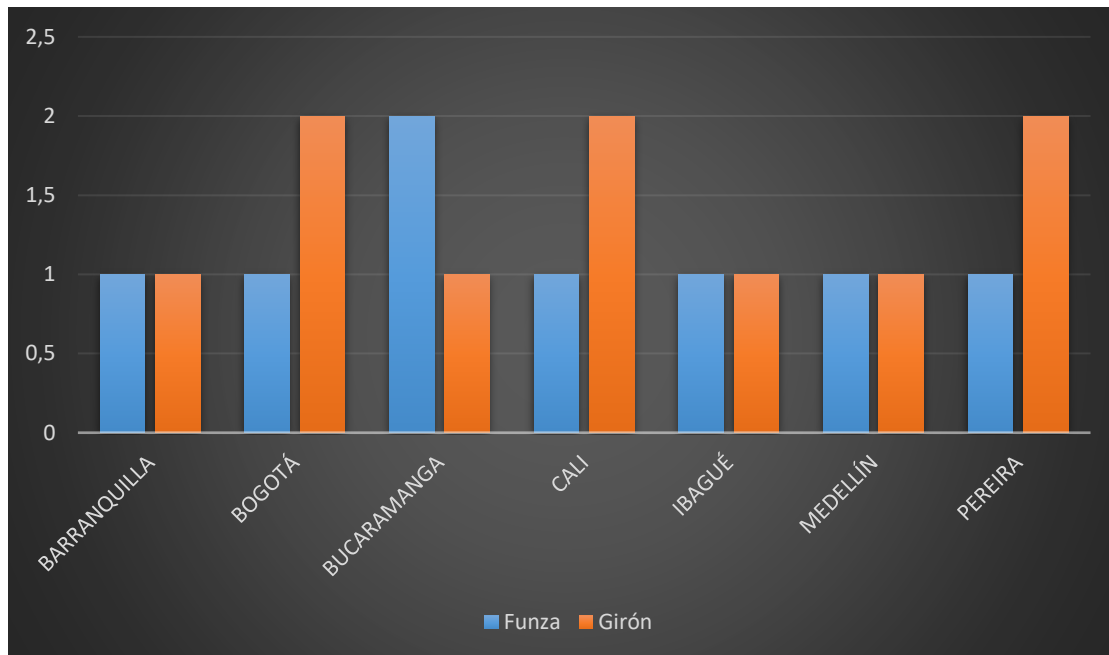


Ilustración 23 Tiempo de transporte en horas de CD a Clientes Nacionales. Fuente: Elaboración propia

En este caso, el resultado no es favorable para el área dispuesta en Girón debido que el 49 % de las ventas son para clientes de Bogotá y representaría un aumento en el tiempo de entrega del 50% así como un incremento en el flete por viaje de USD 173 aproximadamente.

## 6.2 Definición y aplicación de metodologías de evaluación

### 6.2.1 Implementación método de Centro de Gravedad

De acuerdo a la información obtenida de los movimientos logísticos que se realizan para la operación del Centro de Distribución, se toman los datos correspondientes al volumen de ventas por ciudad para los años 2015-2016, así mismo, se obtienen las coordenadas de los destinos teniendo en cuenta la dirección proporcionada por el cliente para el envío de la mercancía,

Coordenadas				
ORIGEN	(x,y)	$v_i$	$d_{ij} \cdot v_i$	$d_{ij} \cdot v_i$
BARRANQUILLA	(10,9838099,-74,853037)	44776	491.811,07	(3.351.619,58)
BOGOTÁ	(4,6482837,-74,2478919)	367398	1.707.770,13	(27.278.526,99)
BUCARAMANGA	(7,1192047,-73,1679975)	124616	887.166,81	(9.117.903,18)
CALI	(3,3950619,-76,5957041)	10900	37.006,17	(834.893,17)
CIÉNAGA	(11,009056,-74,2632396)	2696	29.680,41	(200.213,69)
COTA	(4,809832,-74,1073019)	31712	152.529,39	(2.350.090,76)
FUNZA	(4,7152194,-74,2164577)	10613	50.042,62	(787.659,27)
GIRÓN	(7,0736402,-73,1844806)	25	176,84	(1.829,61)
IBAGUÉ	(4,4122862,-75,2568177)	1856	8.189,20	(139.676,65)
MEDELLÍN	(6,2442023,-75,616231)	113390	708.030,10	(8.574.124,43)
MONTERÍA	(8,7605469,-75,91699895)	3	26,28	(227,75)
MOSQUERA	(4,7063771,-74,243176)	1532	7.210,17	(113.740,55)
PALMIRA	(3,5320134,-76,3129351)	7304	25.797,83	(557.389,68)
PEREIRA	(4,8047737,-75,748781)	81010	389.234,72	(6.136.408,75)
TENJO	(4,8718834,-74,1500409)	0	-	-
BUENAVENTURA	(3,8928868,-77,0734511)	526657	2.050.216,08	(40.591.272,54)
		1324488	6544887,85	-100035576,60

$C_x$	4,9414
$C_y$	-75,5277
<b>Coordenada</b>	4,94144744719295,-75,5277334333424

Tabla 6 Método de Centro de Gravedad. Fuente: Elaboración Propia.

Al aplicar el método se tiene como resultado una coordenada que satisface la proximidad tanto para los clientes como para los proveedores, y corresponde a una localización en la ciudad de Caldas.



Ilustración 24 Mapa de coordenadas obtenidas por Centro de Gravedad para la localización del Centro de Distribución.  
Fuente: Elaboración propia

### 6.2.2 Implementación método Brown & Gibson

Posteriormente, se realiza un diagnóstico de los factores que intervienen en la ubicación del Centro de Distribución, para ello, se plantea el método Brown & Gibson (García, Puente García, & Parreño Fernández, 1995) donde se definen como *factores objetivos* aquellos correspondientes a costos de fletes, costos de servicios públicos, seguridad y mantenimiento, costo de arrendamiento de instalaciones y equipos y, costos asociados a mano de obra y subjetivos tales como ubicación estratégica para proceso logístico, acceso a servicios públicos, factores asociados al terreno, disponibilidad de maquinaria y equipo y calidad de vida de personal:

#### Factores objetivos

##### **Mercancía**

- Costos asociados a fletes de Buenaventura a CD
- Costos asociados a fletes de Cartagena a CD
- Costos asociados a fletes de Ipiales a CD
- Costos asociados a fletes hacia clientes locales
- Costos asociados a fletes hacia clientes internacionales

##### **Servicios**

- Costo de servicio de acueducto y alcantarillado

- Costo de servicio de energía eléctrica
- Costo de servicio de red y telecomunicaciones
- Costo de servicio de mantenimiento y aseo
- Costo de servicio de transporte de personal
- Costo de servicio de seguridad

***Terreno***

- Costo de arrendamiento de instalación

***Maquinaria y equipo***

- Costo de arrendamiento de montacargas
- Costo de arrendamiento de equipo de cómputo e impresoras

***Mano de obra***

- Costo de mano de obra

**Factores subjetivos**

***Mercancía***

- Ubicación estratégica (proximidad a clientes nacionales)
- Ubicación estratégica (proximidad a clientes internacionales)
- Ubicación estratégica (proximidad a proveedores)

***Servicios***

- Costo de servicio de acueducto y alcantarillado
- Costo de servicio de energía eléctrica
- Costo de servicio de red y telecomunicaciones
- Costo de servicio de mantenimiento y aseo
- Costo de servicio de transporte de personal
- Costo de servicio de seguridad

***Terreno***

- Costo de arrendamiento de instalación

***Maquinaria y equipo***

- Costo de arrendamiento de montacargas
- Costo de arrendamiento de equipo de cómputo e impresoras

***Mano de obra***

- Costo de mano de obra

Para llevar a cabo el análisis de localización de instalaciones se seleccionan tres alternativas a estudio, la primera corresponde a Funza, la segunda Bucaramanga y por último Caldas, debido al resultado arrojado por el método de Centro de Gravedad, respecto a la ponderación de los factores subjetivos, se analizan de acuerdo con la visita realizada a la planta de Girón y referencias históricas de Bodegas ubicadas en la ciudad de Caldas.

Se obtiene entonces que la localización que tiene en cuenta los factores tanto subjetivos como objetivos y dando prioridad al factor de relocalización de personal, se evidencia que si bien Caldas es una alternativa viable que mejora las condiciones respecto al Centro de Distribución en Funza, no subsanaría el problema de costos en arriendos, rutas y el traslado tendría mayor complejidad debido a la disposición del personal. Así mismo, se obtiene como máxima medida de preferencia en localización a la instalación ubicada en Bucaramanga, por tanto, resulta una ubicación viable que mejora los factores en la operación.

	<b>Funza</b>	<b>B/manga</b>	<b>Caldas</b>
<b>MPL</b>	0,506	0,512	0,507

*Tabla 7 Resultados de medida de preferencia de localización para las diferentes alternativas de instalación. Fuente: Elaboración propia*

MÉTODO: BROWN & GIBSON

Factores Objetivos		Funza	B/manga	Caldas
<b>Materiales</b>				
Costo de fletes (de Buenaventura a CD)	USD	39,00	USD 60,81	USD 38,88
Costo de fletes (de Cartagena a CD)	USD	48,08	USD 59,78	USD -
Costo de fletes (de Ipiales a CD)	USD	64,66	USD 79,23	USD 60,91
Costo de fletes (hacia clientes locales)	USD	23.020,49	USD 31.251,30	USD 23.271,74
Costo de fletes (hacia clientes internacionales)	USD	-	USD -	USD -
<b>Servicios</b>				
Costo de acueducto ( \$/m <sup>3</sup> + Cargo fijo mensual)	USD	12,1871	USD 12,2442	USD 12,9019
Costo de energía eléctrica (\$/kWh)	USD	0,1656	USD 0,1753	USD 0,1036
Costo de red y telecomunicaciones	USD	693,38	USD 443,49	USD 443,49
Costos servicios de mantenimiento y aseo	USD	930,63	USD 1.146,55	USD 833,33
Costo de transporte de personal	USD	1.170,00	USD -	USD 1.170,00
Costo servicios de seguridad	USD	1.835,23	USD 4.043,73	USD 3.333,33
<b>Terreno</b>				
Costo de arrendamiento locación	USD	9.957,94	USD -	USD 10.000,00
<b>Maquinaria y equipo</b>				
Costo de arrendamiento maquinaria (montacargas)	USD	2.740,00	USD 2.041,11	USD 2.740,00
Costo arrendamiento equipo (computo e impresoras)	USD	1.088,92	USD 1.113,59	USD 1.088,92
<b>Mano de obra</b>				
Costo de mano de obra	USD	157.799,08	USD 144.122,92	USD 157.799,08
<b>Aspectos legales</b>				
Impuestos				
<b>Costos Totales</b>		199399,768	184374,9432	USD 200.792,70
		USD 23.172,23	USD 31.451,13	USD 23.371,54

	Funza	B/manga	B/manga
FO	0,480424942	0,519575058	0,478687516
k	0,7		

Factores Subjetivos		Funza	B/manga	Caldas	Suma
<b>Materiales</b>					
<i>Ponderación</i>					
R <sub>1</sub> :	Ubicación estratégica (proximidad a clientes nacionales)	0,8	0,5	0,7	1,3
R <sub>2</sub> :	Ubicación estratégica (proximidad a clientes internacionales)	0,8	0,4	0,7	1,2
R <sub>3</sub> :	Ubicación estratégica (proximidad a proveedores)	0,6	0,9	0,7	1,5
<b>Servicios</b>					
R <sub>4</sub> :	Acceso a servicio energía eléctrica	0,8	0,8	0,5	1,6
R <sub>5</sub> :	Acceso a servicio acueducto y alcantarillado	0,6	0,8	0,3	1,4
R <sub>6</sub> :	Acceso a servicio de redes y telecomunicaciones	0,8	0,8	0,7	1,6
R <sub>7</sub> :	Acceso a servicio de seguridad	0,7	0,8	0,8	1,5
R <sub>8</sub> :	Acceso a servicio de recolección de basuras	0,6	0,5	0,7	1,1
<b>Terreno</b>					
R <sub>9</sub> :	Área de almacenamiento	0,8	0,6	0,8	1,4
R <sub>10</sub> :	Vías de acceso al terreno	0,6	0,75	0,6	1,35
R <sub>11</sub> :	Nivel de seguridad	0,6	0,6	0,6	1,2
R <sub>12</sub> :	Ubicación estratégica (proximidad a zona de actividad logística)	0,7	0,5	0,9	1,2
<b>Maquinaria y equipo</b>					
R <sub>13</sub> :	Disponibilidad de maquinaria y equipo	0,9	0,6	0	1,5
R <sub>14</sub> :	Disponibilidad de redes neumáticas y eléctricas	0,9	0,3	0	1,2
<b>Mano de obra</b>					
R <sub>15</sub> :	Costo de vida personal	0,9	0,7	0,7	1,6
R <sub>16</sub> :	Disponibilidad de mano de obra	1	1	0,1	2
<b>Aspectos legales</b>					
R <sub>17</sub> :	Incentivos y exenciones	0,4	0,2	0,9	0,6
	<b>Suma</b>	11,7	10,25	9	

	Funza	B/manga	Caldas
FS	0,5666766	0,4956211	0,5727697

	Funza	B/manga	Caldas
MPL	0,506	0,512	0,507

Tabla 8 Resultados obtenidos análisis Brown & Gibson. Fuente: Elaboración propia.

### 6.2.3 Impacto de relocalización por factores

En este análisis se tienen en cuenta los costos y ahorros respectivos por concepto de servicios, alquiler de maquinaria y equipo, mano de obra e impuestos, para llevar a cabo el estudio se tomaron datos históricos 2016-2017 de consumo y data proporcionada por la compañía con respecto a contratos, como el de arrendamiento de equipos e instalación; se genera una matriz, de factores vs instalaciones de estudio que en este caso son Funza y Girón.

	FUNZA			GIRÓN		
	Costo (fijo)	Costo (variable)	Total a pagar	Costo (fijo)	Costo (variable)	Total a pagar
<b>Servicios</b>						
Acueducto y alcantarillado	USD 4,80	USD 7,38	USD 12,19	USD 1,71	USD 10,54	USD 12,24
Energía eléctrica	USD -	USD 0,17	USD 0,17	USD -	USD 0,18	USD 0,18
Red y Telecomunicaciones	USD 693,38	USD -	USD 693,38	USD 443,49	USD -	USD 443,49
Mantenimiento y aseo	USD 837,57	USD 93,06	USD 930,63	USD 1.095,64	USD 50,91	USD 1.146,55
Transporte de personal	USD 720,00	USD 450,00	USD 1.170,00	USD 837,03	USD -	USD 837,03
Seguridad	USD 1.817,85	USD 17,38	USD 1.835,23	USD 4.043,73	USD 17,38	USD 4.061,11
Arriendo instalación	USD 9.957,94	USD -	USD 9.957,94	USD -	USD -	USD -
<b>Total</b>	<b>USD 14.031,54</b>	<b>USD 567,99</b>	<b>USD 14.599,53</b>	<b>USD 6.421,59</b>	<b>USD 79,00</b>	<b>USD 6.500,59</b>
<b>Maquinaria y equipo</b>						
Montacargas	USD 2.740,00	USD -	USD 2.740,00	USD 2.041,11	USD -	USD 2.041,11
Cómputo e impresoras	USD 600,00	USD 488,92	USD 1.088,92	USD 600,23	USD 513,37	USD 1.113,59
<b>Total</b>	<b>USD 3.340,00</b>	<b>USD 488,92</b>	<b>USD 3.828,92</b>	<b>USD 2.641,34</b>	<b>USD 513,37</b>	<b>USD 3.154,70</b>
<b>Mano de obra</b>						
Personal	USD 157.799,08	USD -	USD 157.799,08	USD 144.122,92	USD -	USD 144.122,92
<b>Total</b>	<b>USD 157.799,08</b>	<b>USD -</b>	<b>USD 157.799,08</b>	<b>USD 144.122,92</b>	<b>USD -</b>	<b>USD 144.122,92</b>
<b>Impuestos</b>						
ICA (Industria y Comercio)	0,7%	-	USD 118.271,71	0,6%	-	USD 100.076,07
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>USD 118.271,71</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>USD 100.076,07</b>

Tabla 9 Impacto de relocalización de instalación, análisis de factores. Fuente: Elaboración propia.

#### ***6.2.4 Observación y diagnóstico de instalación en Girón***

Dado que las metodologías empleadas para el análisis de factibilidad arrojaron resultados favorables para la localización de Girón, es oportuno realizar la observación y diagnóstico de la instalación, así se evidencia que la planta ubicada en Santander cuenta con una extensión de área de aproximadamente 11.000 m<sup>2</sup>, distribuidos por áreas tales como Zona de Aduanas (1230,7 m<sup>2</sup>), Zona descubierta de Patio (donde se ejecutan actividades de cargue y descargue de camiones, de 3268,6 m<sup>2</sup> de extensión), área de manufactura (4267,28 m<sup>2</sup>) y Zona de Almacenamiento (2243,50 m<sup>2</sup>). Adicional a ello, posee áreas tales como canchas de fútbol, cafetería y otros espacios de esparcimiento.

De esta extensión de área solamente se hace uso aproximadamente de 64,5% del espacio disponible sin tener en cuenta la zona de Patios, de igual forma existen espacios de oficina utilizados solamente en un 30%, debido a la poca cantidad de personal que se encuentra trabajando en áreas administrativas en THC.

Si la decisión de trasladar el Centro de Distribución resulta favorable, el espacio actual donde se encuentra ubicado el almacén de producto terminado de THC sería trasladado a otra zona, y esta área de 1.923 m<sup>2</sup> sería destinada para la instalación del CEDIS de Transejes, considerando esta idea, el almacén necesita diversas adecuaciones para que sea posible instalar allí el equipo y estantería requeridos para la operación.



*Ilustración 25 Planta THC Girón, Santander. Fuente: Dana Transejes*



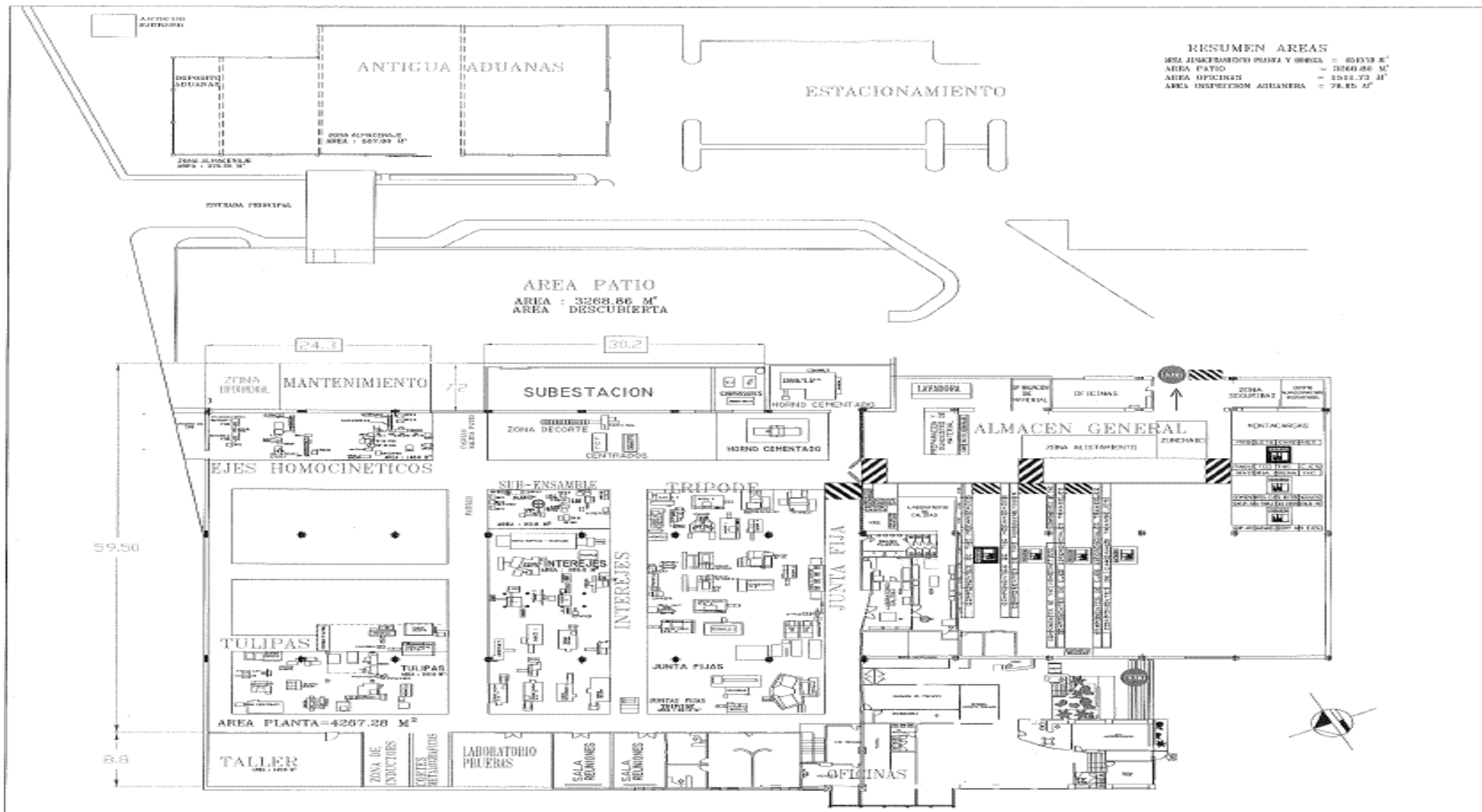
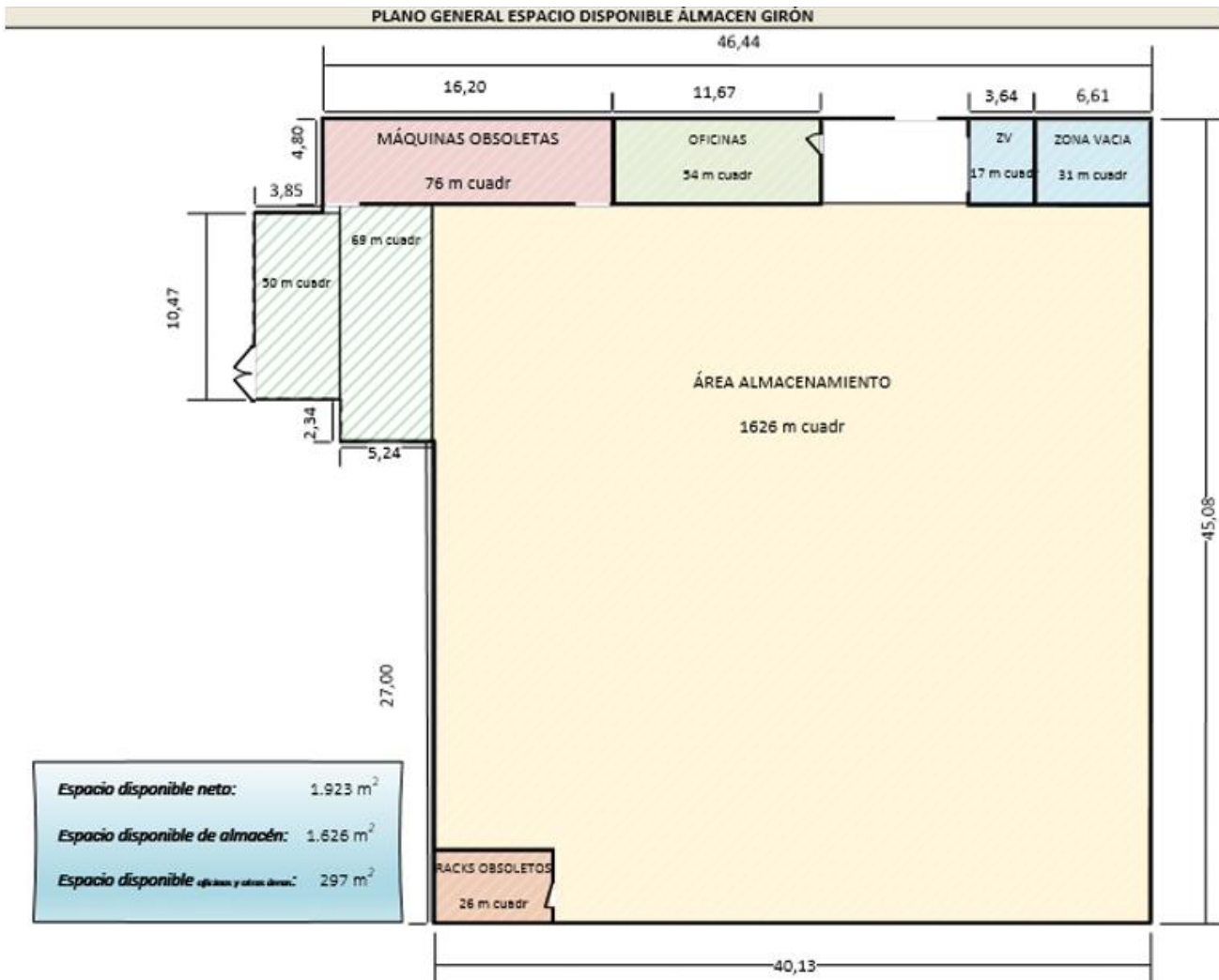


Ilustración 26 Lay-Out general de Planta THC Bucaramanga. Fuente: DANA Transejes.

El área dispuesta para el traslado del Centro de Distribución sería, por tanto,



*Ilustración 27 Plano General de espacio disponible de almacén en Girón. Fuente: Elaboración propia*

Dado que el espacio destinado para la instalación del Centro de Distribución en Girón, es 34% más pequeño que el CEDIS actual, es oportuno analizar cómo se contrarrestaría este déficit en el área, por tanto se proponen un grupo de distribuciones del almacén de Transejes S.A. con sus respectivas consideraciones y teniendo en cuenta las zonas necesarias para la operación, para ello se parte de la premisa de independencia de las áreas de Centro de Distribución y almacén de THC.

El objetivo de las distribuciones presentadas a continuación es evaluar cuál de ellas aprovecha de mejor forma el espacio disponible de almacenamiento y permite el flujo de materiales de manera transversal.

Para ello se considera que,

1. El espacio disponible para almacenamiento en Girón es de 1.626 m<sup>2</sup> y un espacio neto para Centro de Distribución de 1.962 m<sup>2</sup> que representa el 65% del espacio que actualmente posee el CD de Funza que tiene una extensión de 2990 m<sup>2</sup> sin incluir área de oficinas (391 m<sup>2</sup>).
2. Para las propuestas presentadas se cuenta con un espacio de almacenamiento superior en 39%, es decir de 634 m<sup>2</sup> aproximadamente donde, se tiene en cuenta el área que ocupan las estanterías selectivas y el mezzanine.
3. Zonas de reciclaje, compresor y energía, serán adecuadas en áreas de THC destinadas para esas funciones, en cuanto a la zona de retrabajos y zona diamante son tenidas en cuenta en el LayOut propuesto.
4. Debido al déficit en el espacio del CD, se consideran los espacios vacíos representados en la Ilustración 24 como “Zona vacía” y “Racks obsoletos” para el almacenamiento de referencias con baja rotación o documentos.
5. No se considera el área de recepción y despachos con la rampa, se propone realizar el descargue y cargue de camiones se realizará fuera de la instalación.

### ***Propuesta 1.***

1. Se deberá realizar una obra civil<sup>1</sup> para eliminar muros no estructurales que encierran espacios que serán destinados para: Instalación de equipo como prensas y vinipeladora, Zona Diamante y Zona de almacenamiento disponible.
2. En el espacio destinado a actividad operativa como mesas de trabajo, maquinaria y estantería, se considera un área de 1.552 m<sup>2</sup>, considerando que para almacenar toda la estantería del mezzanine se deberá invertir en ampliación de entrepiso.
3. Instalación de mesas de trabajo con una reducción en el área de 16%, respetando la zona de tránsito del montacargas.
4. Para el área de almacenamiento se tiene disponible espacio para instalar hasta 24 módulos de 5 niveles, de 2.55 m x 1m.
5. Espacio destinado a recepción y despachos tendrá una extensión de 235 m<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Los espacios de obras civiles se denotan en el LayOut propuesto por estar enmarcados.



*Ilustración 28 Propuesta 1 de LayOut de Centro de Distribucion en Girón. Fuente: Elaboración propia*

### ***Propuesta 2.***

1. Se deberá llevar a cabo obra civil para eliminar muro que da acceso a la zona Diamante, quién tendrá una extensión de 17 m<sup>2</sup>.
2. Aumento del espacio de actividad operativa en un 4% respecto al espacio original, no se deberán hacer adecuaciones para instalación del mezzanine.
3. Zona de mesas de trabajo con extensión de 213 m<sup>2</sup>, 16% menos que la instalada actualmente, se considera tránsito de montacargas.
4. Hasta 24 módulos de 5 niveles, de 2.55m x 1m para ser instalados si se requiere la instalación de estantería nueva.

5. Reducción considerable del 62% de espacio destinado a recepción y despachos, no hay lugar para almacenamiento temporal de estibas.

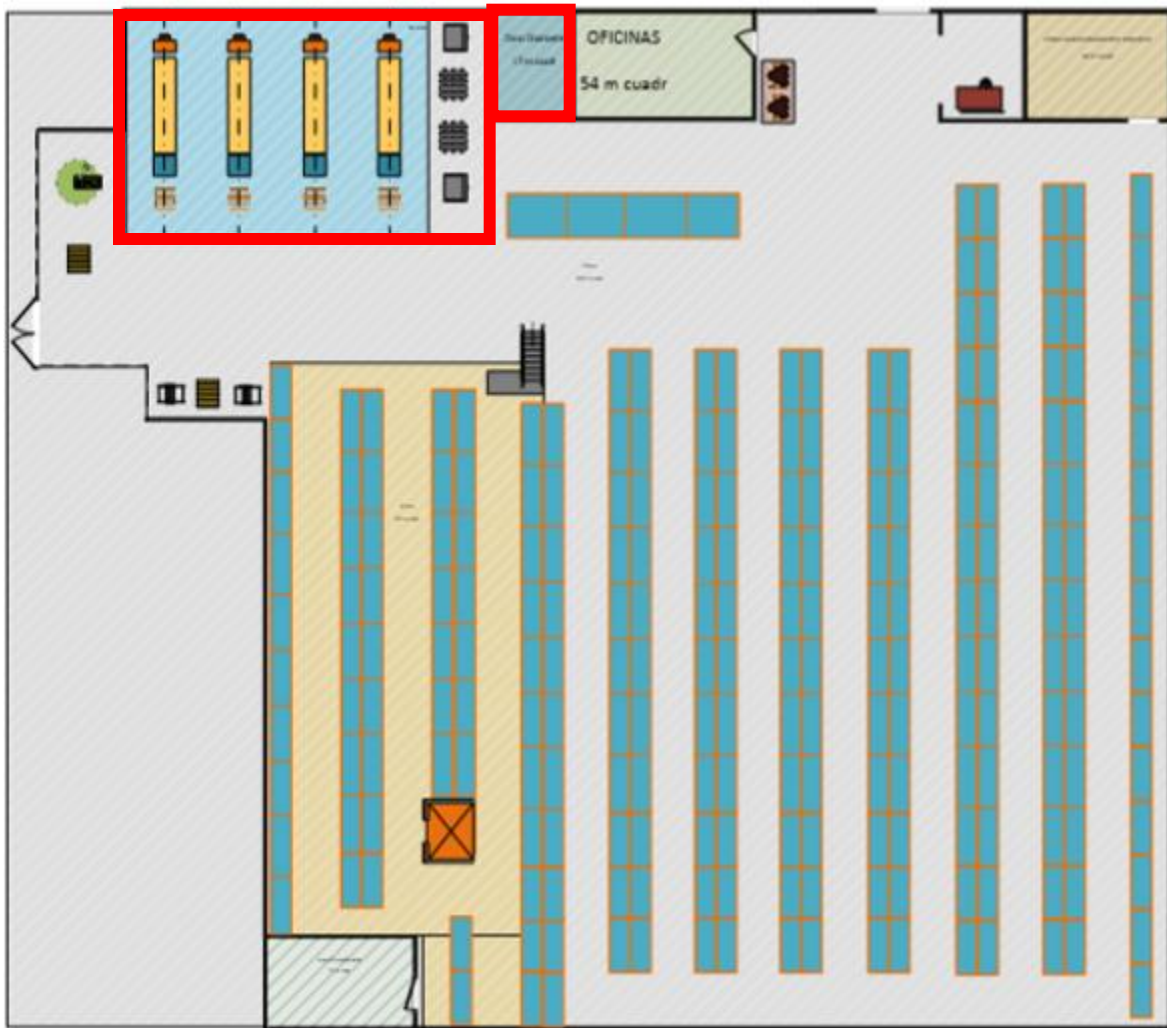


*Ilustración 29 Propuesta 2 de LayOut de Centro de Distribución en Girón. Fuente: Elaboración propia*

### ***Propuesta 3.***

1. Se propone realizar obra civil para eliminación de muros que dan acceso a zona Diamante y zona donde se ubicarán mesas de trabajo.
2. No se considera la adecuación de espacio para zona de retrabajos, se plantea ubicación de esta zona en otra locación de la planta.
3. Disminución de zona de actividad operativa del 2% respecto a CD Funza, se deberá realizar inversión en instalación de entrepiso para la ubicación de estantería de mezzanine.

4. Reducción de 47% de espacio ocupado por mesas de trabajo, se respeta el tránsito del montacargas.
5. Flujo de operación interrumpido debido a distanciamiento de maquinaria como prensa y vinipeladora de las mesas de trabajo.
6. Reducción del 60% en el espacio destinado a recepción y despachos (166 m<sup>2</sup>), estantería de despachos obstruyendo acceso directo a zona Diamante y áreas de oficina.



*Ilustración 30 Propuesta 3 de LayOut de Centro de Distribución en Girón. Fuente: Elaboración propia*



#### **Propuesta 4.**

1. Ejecución de una obra civil para eliminación de muro para dar acceso a Zona Diamante de 17 m<sup>2</sup>.
2. Disminución de zona operativa del 1% de espacio, aproximadamente 15,41 m<sup>2</sup>. Es posible ampliar capacidad de almacenamiento con instalación de 14 módulos de 5 niveles, de 2.55m x 1m.
3. Reducción del 23% de espacio que ocupan las mesas de trabajo, respetando tránsito de montacargas.
4. Espacio destinado a recepción y despachos con capacidad de almacenamiento temporal de estibas, sin interrupción de flujo de material debido a posición de estantería con extensión de 223 m<sup>2</sup>.



*Ilustración 31 Propuesta 4 de LayOut de Centro de Distribución en Girón. Fuente: Elaboración propia*

## 7. RESULTADOS

Como resultado del estudio de factibilidad a través del método Brown & Gibson y el análisis de impacto de relocalización, es posible inferir que trasladar el Centro de Distribución a la ciudad de Girón en Santander es viable, en el análisis de operaciones de importación de mercancía y envío a CEDIS se obtiene que,

- Puerto de Cartagena: El 82% de las importaciones realizadas de proveedores de Estados Unidos, Brasil, Panamá y México, llegan por el puerto de Cartagena quien tiene mayor cercanía a Girón con 9 horas de diferencia al transporte hasta Funza, se reduce el 51% en costo de flete por viaje.
- Ipiales: Corresponde al 4,25% de las importaciones realizadas cuyo proveedor es de Ecuador, tiene mayor cercanía a Funza con 4 horas de diferencia en viaje, por tanto existe un aumento de flete por viaje a Girón del 10%.
- Puerto de Buenaventura: A este puerto llegan el 13,84% de las importaciones. Sus proveedores son de Taiwán, Tailandia, China, USA, India y México, tiene 8 horas de aumento en viaje hacia Girón y un aumento en valor de flete del 14%.

Historico embarques	320	# Embarques	Flete		TOTAL Fletes		Ahorros	%Ahorro
			Funza	Girón	Funza	Girón		
Buenaventura	13,84%	44,288	466,70 USD	531,55 USD	20.669,21 USD	23.541,29 USD	- 2.872,08 USD	-13,9%
Cartagena	81,92%	262,144	668,30 USD	325,30 USD	175.190,84 USD	85.275,44 USD	89.915,39 USD	51,3%
Ipiales	4,24%	13,568	600,00 USD	657,30 USD	8.140,80 USD	8.918,25 USD	- 777,45 USD	-9,6%
								<b>9,3%</b>
								<b>18.957,68 USD</b>

*Tabla 10 Resultados de análisis de fletes en importaciones. Fuente: Elaboración propia.*

Teniendo en cuenta un promedio de 320 embarques que se reciben anualmente, se obtiene como resultado que, en los procesos de envío a centro de distribución, si la instalación quedara en Girón se generaría un ahorro del 9,3% en fletes lo que representa **USD 18.957,68** anuales.

En lo que refiere al impacto para clientes nacionales, se tienen en cuenta el número de despachos efectuados en el histórico 2016 para cada destino y se obtiene que,



Destino	Funza			Girón			VARIACIÓN	
	Tiempo	Flotillas	FLETE	Tiempo	Flotillas	FLETE	Tiempo	FLETE
BARRANQUILLA	1	41	21525	1	41	12641,12	0%	70%
BOGOTÁ	1	147	8820	2	147	34300	-50%	-74%
BUCARAMANGA	2	35	8166,666667	1	35	6827,45	100%	20%
CALI	1	59	18585	2	59	30975	-50%	-40%
IBAGUÉ	1	19	6280,83	1	19	11255,98	0%	-44%
MEDELLÍN	1	108	34020	1	108	25200	0%	35%
PEREIRA	1	26	7098	2	26	14040	-50%	-49%

Tabla 11 Comparación impacto en tiempos de entrega y fletes para Clientes Nacionales. Fuente: Elaboración propia

Se incurre en un aumento en el **tiempo de entrega de 1 día** para los clientes que tienen mayor participación en ventas, en este caso Bogotá con el 49% de participación, así mismo, existe un aumento en fletes incurridos del 12%.

Por otro lado, al considerar el impacto en los servicios de acuerdo a la localización se evidencia que con la eliminación de rutas para transporte de personal y ahorro en el costo de arriendo de instalación, anualmente se tendría un ahorro de **USD 133.535,28**. En conjunto con otros servicios tales como acueducto y alcantarillado, energía eléctrica, red de telecomunicaciones, mantenimiento y aseo, transporte de personal, seguridad y arriendo de terreno, el ahorro total en servicios es del 55% es decir **USD 97.188** anuales.

En cuanto al impacto en impuestos, existe una variación del 18% en impuesto de Industria y Comercio (ICA), es decir, un ahorro de **USD 18.195** anual.

Se identifica la oportunidad de consolidar funciones en la estructura organizacional de la empresa, obteniendo así una reducción del 10% de los cargos duplicados calculando un valor aproximado de **USD 32.000** en ahorros por concepto de salarios anuales.

Personal	Actual	Pronóstico	Variación
Dana	68	61	-7
Outsourcing	13	12	-1
<b>Total</b>	<b>81</b>	<b>73</b>	<b>-8</b>

Tabla 12 Downsizing para consolidación de cargos. Fuente: Dana Transejes.

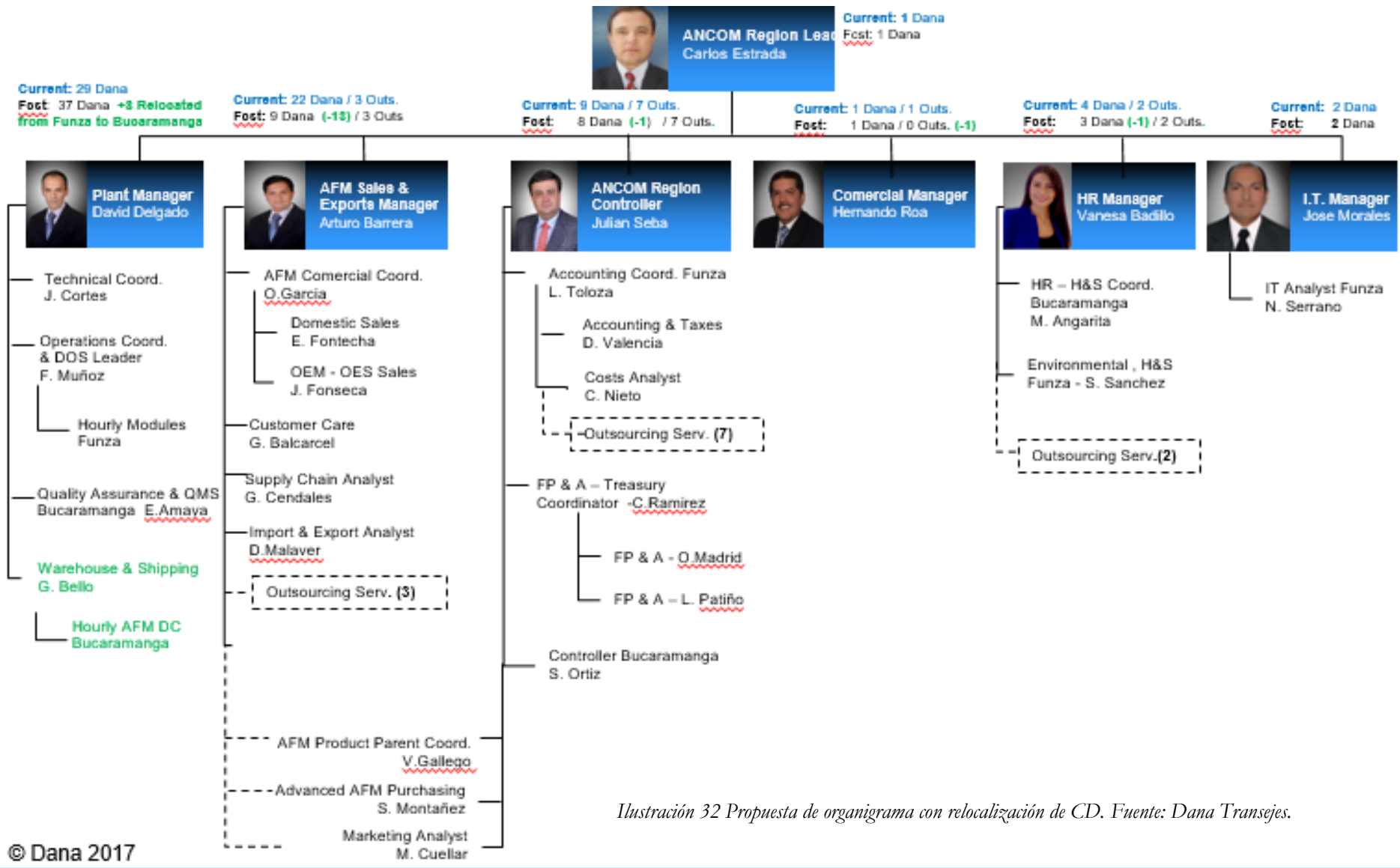
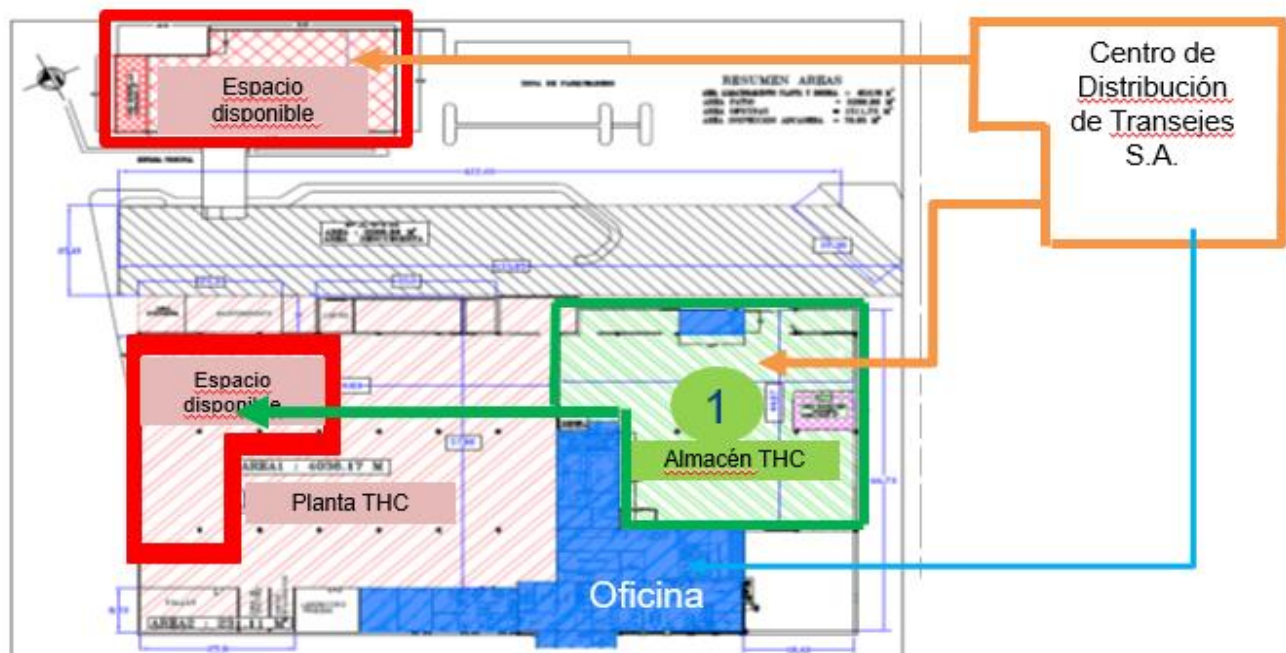


Ilustración 32 Propuesta de organigrama con relocalización de CD. Fuente: Dana Transejes.

Dado que la instalación donde se propone instalar el Centro de Distribución, comprende un área 34% menor que la instalada actualmente, es necesario el aprovechamiento del espacio al máximo por tanto es indispensable identificar las oportunidades de optimizar el espacio del almacén actual, en el mapa dispuesto a continuación es posible evidenciar los espacios destinados a relocalizar el Centro de Distribución en la instalación de THC.

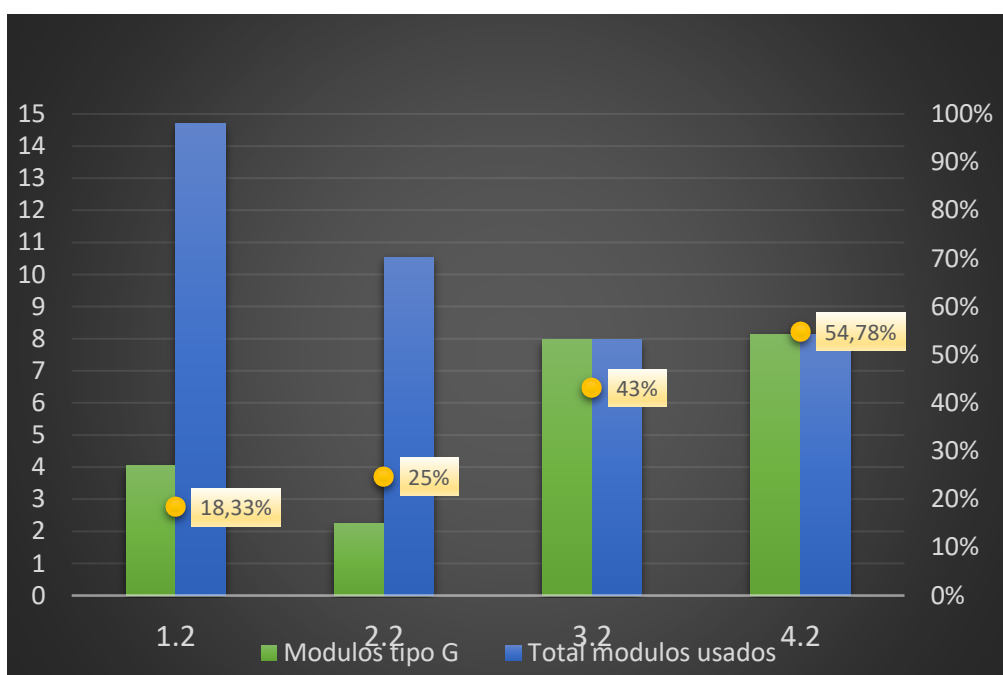


Del mismo modo, y con el interés de identificar si es posible alcanzar el objetivo propuesto por la compañía para el año 2020, por tanto, se evidencia que en la zona de racks (palletes) actualmente se almacenan 942 referencias ocupando 6,7 estanterías de las 7 estanterías disponibles con un porcentaje de uso de 94,21% y en la zona de mezzanine se almacenan actualmente 3027 referencias, ocupando un 86,56% del espacio en estanterías, del que un 53,1% corresponden a referencias tipo G, así se propone:

- Reubicación de material de improductivo.
- En mezzanine, reubicación y agrupación de referencias tipo G logrando una optimización del 22,21% del espacio disponible para almacenar.

Se obtiene como resultado que para las estanterías con las que se cuentan actualmente, se permite un crecimiento de:

- **ESTANTERIA:** Sin optimizar el espacio (zonas de material improductivo), se permite un crecimiento del 5,79%. Si se ejecuta la propuesta de reubicación, se tendría un crecimiento de 12,64%.
- **MEZZANINE:** Sin optimizar el espacio (referencias tipo G), se permite un crecimiento del 13,44%. Si se ejecuta la propuesta de reubicación, se tendría un crecimiento de 33,44%.



*Ilustración 33 Crecimiento en porcentaje de la propuesta*

## 8. CRONOGRAMA

Id.	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	Duración	ago 2017					sep 2017				oct 2017				nov 2017					
					30/7	6/8	13/8	20/8	27/8	3/9	10/9	17/9	24/9	1/10	8/10	15/10	22/10	29/10	5/11	12/11	19/11		
1	<b>PROYECTO FENIX</b>	01/08/2017	27/11/2017	16,86s																			
2	<b>Estudio del sistema</b>	01/08/2017	30/08/2017	4,29s																			
3	Conceptualización del proceso logístico	01/08/2017	13/08/2017	1,88s																			
4	Observación y diagnóstico del LayOut actual del Centro de Distribución	14/08/2017	21/08/2017	1,14s																			
5	Observación y diagnóstico de instalación en Girón	14/08/2017	30/08/2017	2,43s																			
6	Propuestas de Distribución de CD	31/08/2017	20/09/2017	3s																			
7	Revisión Bibliográfica	30/08/2017	30/08/2017	0s																			
8	<b>Recopilación y diagnóstico de datos</b>	01/09/2017	18/09/2017	2,57s																			
9	Selección de factores afectados por cambio del sistema	01/09/2017	10/09/2017	1,43s																			
10	Análisis de datos	01/09/2017	18/09/2017	2,57s																			
11	Revisión Bibliográfica	18/09/2017	18/09/2017	0s																			
12	<b>Definición y aplicación de metodologías de evaluación</b>	19/09/2017	07/10/2017	2,71s																			
13	Implementación método de Centro de Gravedad	19/09/2017	29/09/2017	1,57s																			
14	Implementación método Brown & Gibson	30/09/2017	07/10/2017	1,14s																			
15	Impacto de relocalización por factores	19/09/2017	29/09/2017	1,57s																			
16	Revisión Bibliográfica	30/09/2017	30/09/2017	0s																			
17	<b>Documentación de resultados</b>	08/10/2017	27/11/2017	7,14s																			
18	Descripción de impacto para clientes y proveedores	08/10/2017	12/10/2017	,71s																			
19	Descripción de impacto para servicios	12/10/2017	20/10/2017	1,29s																			
20	Representación de organigrama consolidando funciones	20/10/2017	04/11/2017	2,29s																			
21	Descripción de resultados de optimización de almacén Transejes	04/11/2017	04/11/2017	,14s																			
22	<b>Presentación de resultados</b>	27/11/2017	27/11/2017	0s																			

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Ballou, R. H. (2004). *Logística: administración de la cadena de suministro*. Pearson Education.
- Carro Paz, R., & González Gómez, D. (s.f.). Localización de instalaciones. *Administración de las operaciones*, 6-8.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro: Estrategia, planeación y operación*. México: Pearson Educación.
- Domínguez Bocanegra, G. (2016). *Didáctica y aplicación de la administración de operaciones*. México: Instituto Mexicano de Contadores Públicos.
- Frazelle, E. H., & Sojo, R. (2002). *Logística de almacenamiento y manejo de materiales*. Bogotá: Grupo Editorial Norma.
- García, D. d., Puente García, J., & Parreño Fernández, J. (1995). *Métodos de localización*. Universidad de Oviedo.
- Krajewski, L. J., & Ritzman, L. P. (2000). *Administración de operaciones: estrategia y análisis*. Pearson Education.
- Moya Navarro, M. J. (2003). *Investigación de operaciones*. Universidad Estatal a Distancia.
- Muther, R. (1970). *Distribución en planta*. Barcelona: Editorial Hispano Europea.
- Organización Internacional del Trabajo. (2011). *Centro Interamericano para el Desarrollo del Conocimiento en la Formación Personal*. Obtenido de CINTERFOR: <http://guia.oitcinterfor.org/como-evaluar/en-que-consiste-evaluacion-impacto>
- Platas García, J. A., & Cervantes Valencia, M. I. (s.f.). *Planeación, Diseño y Layout de Instalaciones: Un enfoque por competencias*.
- Robusté, F. (2005). *Logística del transporte*. Univ. Politéc. de Catalunya.
- Sabriá, F., & Publishing, I. (2004). *La cadena de suministro*. Marge Books.
- Sánchez Gómez, M. G. (2008). *Cuantificación y generación de valor en la cadena de suministro extendida*. Del Blanco Editores.
- Shannon, R. E. (1988). *Simulación de sistemas: diseño, desarrollo e implantación*. Trillas.
- Soret Los Santos, I. (2006). *Logística y marketing para la distribución comercial*. ESIC Editorial.
- Taha, H. A. (2004). *Investigación de operaciones*. Pearson Education.

Vallhonrat, J. M., & Coromias, A. (1991). *Localización, distribución en planta y manutención*.  
Marcombo.