



Alumno:

Maya Corona Christian Eduardo

Carrera:

Ingeniería en Logística

Numero de control:

111050051

Proyecto de Titulación:

DEVELOPMENT IB NEW ROUTES

Empresa:

COMPAS

(Cooperation Manufacturing Plant Aguascalientes)

Asesor:

LNI. Rodriguez Cabrera Benito

Octubre 2017

Tabla de Contenidos.

Lista de Ilustraciones	3
Lista de Tablas.....	3
Lista de Ecuaciones	3
Introducción	3
Glosario:.....	6
Marco Teórico	7
Metodología.....	14
Resultados.....	36
Conclusiones.....	38
Programa de actividades Cronograma de actividades	39
Referencias.....	40

Lista de Ilustraciones	Pág.
Ilustración 1 Cadena de Suministros inmediata para una empresa individual. (p.8)	8
Ilustración 2 Actividades de la logística en la cadena de suministro inmediata de una empresa (p.10)	9
Ilustración 3 Curva crítica del servicio al cliente (p.12).	11
Ilustración 4 Metodología del Proyecto	15
Ilustración 5 Proceso de suministro de partes.	18
Ilustración 6 Distribución geográfica de los proveedores de partes en territorio nacional.	20
Ilustración 7 Caja Plástica para partes (Empaque).	25
Ilustración 9 Frecuencia de recolección.	34
Ilustración 10 Frecuencias posibles de entrega.	35
Ilustración 11 Porcentaje de tipos de rutas resultantes.	36
Ilustración 12 Porcentaje de empleo de unidades de transporte.	36
Ilustración 13 Promedio de TFR obtenido.	37
Lista de Tablas	
Tabla 1 Información de proveedores y partes.	20
Tabla 2 Unidades de transporte de carga.	22
Tabla 3 Dimensiones de Empaque.	23
Tabla 4 Calculo de cubicaje 1 y 2.	25
Tabla 5 Calculo de cubicaje para unidades con secciones	26
Tabla 6 Calculo de cubicaje optimo por unidad.	27
Tabla 7 Calculo de m3 ocupados por empaques en el cubicaje optimo por unidad.	27
Tabla 8 Calculo de TFR, por unidad de transporte.	27
Tabla 9 Calculo de espacio desperdiciado.	28
Tabla 10 Calculo de ocupación por ranes requeridos.	28
Tabla 11 Ejemplo de Cálculo de Porcentaje de ocupación de ranes requeridos.	28
Tabla 12 Ejemplo de selección de rutas por TFR.	29
Tabla 13 Calculo de TFR propuesto.	30
Tabla 14 Calculo Acumulado de TFR	31
Tabla 15 Comparación de cálculo TFR usado en COMPAS contra propuesto.	32
Tabla 16 Calculo de TFR acumulado por el cálculo propuesto.	32
Tabla 17 Ejemplo para definición de rutas.	34
Tabla 18 Rutas posibles.	35
Lista de Ecuaciones	
Ecuación 1 Formula para requerimiento por parte.	21
Ecuación 2 Formula para Cubicaje 1	24
Ecuación 3 Formula para Cubicaje 2	24

Introducción

En Junio de 2015 la **Alianza Nissan-Renault** en conjunto con **Daimler**, ambas importantes corporaciones multinacionales en el ámbito automotriz, acordaron una importante alianza; un proyecto conjunto, el cual constara en un complejo industrial (ubicado en el Estado de Aguascalientes) donde se manufacturaran dos modelos de automóviles de cada una de las marcas Premium: **Infiniti** y **Mercedes Benz**, con lo cual cada marca pretende aprovechar la infraestructura compartida y disminuir así sus costos de producción.

Este proyecto conjunto se ha denominado **Cooperation Manufacturing Plant Aguascalientes (COMPAS)**, e iniciara operaciones en Noviembre de 2017, la planta arrancara produciendo solo 1 modelo de los 4 previstos, el cual será de la marca infiniti. Actualmente la planta está en construcción, al mismo tiempo que las áreas y departamentos que la conformaran están siendo desarrollados; debido a que COMPAS es 50 % Nissan y a que en Aguascalientes también se ubican dos plantas de Nissan Mexicana, el desarrollo de las áreas de COMPAS se basa en parte al Know How de Nissan, atacando y adecuando las oportunidades de mejora, de acuerdo a las necesidades específicas de COMPAS

Siendo la producción de automóviles Premium la principal actividad de COMPAS, una vez que inicie operaciones, demandara el continuo y oportuno aprovisionamiento de sus líneas de producción; y dado que las expectativas y exigencias del mercado de ambas marcas son muy altas; y que los proveedores de partes de los automóviles son tanto locales como extranjeros, es preciso lograr que las actividades que se desarrollen para el flujo de las partes y materiales, en la cadena de suministro, sean lo suficientemente eficientes y logren cubrir las necesidades de aprovisionamiento de la planta; de forma rápida, segura y al menor costo.

El área de **SCM Logistics**, que trabajara puntualmente con el área de Control de Producción, y que entre otras funciones, se encargara de colocar en planta, los insumos requeridos para la manufactura de los automóviles; desde los diferentes proveedores dentro y fuera del país; así como de la distribución de los modelos de ambas marcas; estará integrada por los departamentos de Empaque, Logística *Inbound* (Aprovisionamiento), Logística *Outbound* (Distribución), etc., y a su vez, estos departamentos estarán divididos en segmentos, buscándose así la especial atención a cada punto de influencia en la cadena de suministro. A su vez la logística *Inbound*, de COMPAS estará segmentada en; proveedores locales o domésticos (aquellos ubicados en el territorio nacional), proveedores NAFTA (USA y Canadá) y proveedores *Overseas* (extranjeros), cada segmento se encargara de coordinar y dar seguimiento a la recolección de los materiales y partes que COMPAS requiera.

De acuerdo a la experiencia de Nissan mexicana, en primera instancia, la mayoría de los proveedores de partes, ofrece entre los beneficios por la venta de sus materiales o partes, el envió del material hasta la ubicación del comprador. Sin embargo este servicio no es gratuito, el costo del servicio está incluido en el precio de venta de los mismos materiales o partes; en la experiencia de Nissan Mexicana al evaluar costos de materiales con servicio de envió, contra costos de recolecta de materiales a cuenta propia (partes sin cargos por envió), los analistas de logística de Nissan optan por realizar la recolección de los materiales por cuenta

propia, al determinar que sus costos disminuyen si se aprovecha la capacidad del transporte, consolidando el volumen del requerimiento con los de otros proveedores. De esta forma Nissan cuida de cerca que no exista desabasto de las líneas de producción y que los costos por aprovisionamiento sean bajos, de tal forma que pueda ofrecer automóviles de calidad, a precios competitivos.

Con este proyecto de residencias profesionales, se contribuirá en el desarrollo de las nuevas rutas logísticas de COMPAS, así como a la correcta ejecución y seguimiento de las mismas, mediante la elaboración de un protocolo logístico, que plasme las obligaciones y responsabilidades de los participantes de las nuevas rutas logísticas; el proyecto es de gran importancia para asegurar el oportuno aprovisionamiento de las líneas de producción, con rutas eficientes en tiempo, costo y calidad.

Al ser este proyecto totalmente del área de logística se relaciona directamente con la ingeniería en Logística, pues exige conocimientos sobre la operación general en la distribución y recolección de materiales, conocimientos que como profesional en logística se adquirieron durante la carrera.

Glosario:

- **3PL:** Third Party Logistics; es un proveedor de servicios logístico para el manejo y mantenimiento de equipo vacío
- **TFR:** Truck Fill Rate (Tasa de ocupación de camiones)
- **IB:** InBound
- **Nmex:** Nissan Mexicana
- **COMPAS:** Cooperation Manufacturing Plant Aguascalientes
- **SCM:** Supply Chain Management
- **MR:** Milk Run
- **Ranes:** Conjunto de un mismo tipo de empaques, que contienen las parte de requerimiento de un solo tipo de partes.

Marco Teórico

Cadena de suministro.

Según Lluís Cuatrecasas Arbós (2012)

La logística empresarial comprende la planificación, la organización y el control de todas las actividades relacionadas con la obtención, el traslado y el almacenamiento de materiales y productos, desde la adquisición hasta el consumo, a través de una organización y como un sistema integrado, incluyendo también todo lo referente a los flujos de información implicados. El objetivo perseguido es la satisfacción de las necesidades y los requerimientos de la demanda, de la manera más rápida y eficaz y con el mínimo coste posible (p.531).

Para Ronald H. Ballou (2004)

Logística y cadena de suministros es un conjunto de actividades funcionales (transporte, control de inventarios, etc.) que se repiten muchas veces a lo largo del canal de flujo, mediante las cuales la materia prima se convierte en productos terminados y se añade valor para el consumidor. Dado que las fuentes de materia primas, las fábricas y los puntos de venta normalmente no están ubicados en los mismos lugares y el canal de flujo representa una secuencia de pasos de manufactura, las actividades de logística se repiten muchas veces antes de que un producto llegue a su lugar de mercado. Incluso entonces, las actividades de logística se repiten una vez más cuando los productos usados se reciclan en el canal de la logística pero en sentido inverso (p.8).

Ronald H. Ballou (2004), argumenta que la tradición en muchas empresas ha sido que su organización gire alrededor de las funciones de marketing y de producción. Típicamente, marketing significa vender algo y producción significa hacer algo. Aunque pocos hombres de negocios estarían de acuerdo en que su organización fuese tan simple, el hecho estriba en que muchos negocios enfatizan estas funciones mientras tratan otras actividades, como tráfico, compras, contabilidad e ingeniería como áreas de apoyo. Dicha actitud se justifica en cierto grado, porque si los productos de una empresa no pueden producirse y venderse, lo demás poco importa. Sin embargo, tal patrón es peligrosamente simple para que muchas empresas lo sigan, a la vez que fallan en reconocer la importancia de las actividades que deben tener lugar entre los puntos y tiempos de la producción o compra, y los puntos y momentos de la demanda. Estas son las actividades de la logística, y afectan la eficiencia y la eficacia, tanto del marketing como de la producción.

Segun Ronald H. Ballou (2004)

En general, una sola empresa no es capaz de controlar todo su canal de flujo de producto, desde la fuente de la materia prima hasta los puntos de consumo final, aunque esto sería una oportunidad emergente. Para propósitos prácticos, la logística de los negocios para una empresa individual tiene alcance más limitado. Normalmente,

el máximo control gerencial que puede esperarse acaba en el suministro físico inmediato y en los canales físicos de distribución, tal y como se muestra en la figura 1-2. Canal físico de suministro se refiere a la brecha de tiempo y espacio entre las fuentes inmediatas de material de una empresa y sus puntos de procesamiento. De manera similar, canal físico de distribución se refiere a la brecha de tiempo y espacio entre los puntos de procesamiento de una empresa y sus clientes. Debido a las semejanzas en las actividades entre los dos canales, el suministro físico (por lo común conocido como administración de materiales) y la distribución física comprenden aquellas actividades que están integradas en la logística de los negocios. (p.8).

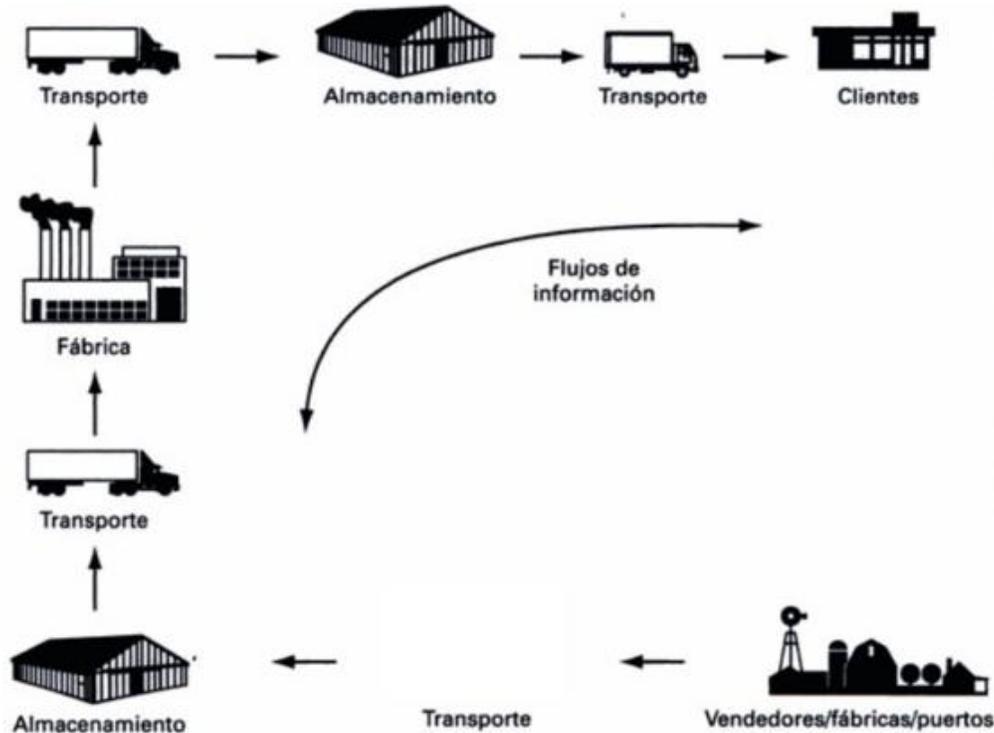


Ilustración 1 Cadena de Suministros inmediata para una empresa individual. (p.8)

Fuente: Ballou (2004)

Ballou (2004)

Las actividades que se dirigen para conformar la logística de los negocios (proceso de la cadena de suministro) varían de una empresa a otra, dependiendo de la estructura organizacional de cada una, de las honestas diferencias de opinión, de la administración respecto de lo que constituye la cadena de suministros para el negocio y la importancia de las actividades individuales para sus operaciones (p.9).

Los componentes de un sistema típico de logística son: servicios al cliente, pronóstico de la demanda, comunicaciones de distribución, control de inventarios, manejo de materiales, procesamiento de pedidos, apoyo de partes y servicio, selección de la ubicación de fábricas y almacenamiento (análisis de la localización), compras, embalaje, manejo de bienes devueltos, eliminación de mercancías de mercaderías

aseguradas rescatadas (derechos) y desperdicios, tráfico y transporte, almacenamiento y aprovisionamiento (p.10).

En la figura 1-4 se organizan estos componentes o actividades, dependiendo del punto donde puedan tener lugar en el canal de suministros (p.10)



Ilustración 2 Actividades de la logística en la cadena de suministro inmediata de una empresa (p.10)
 Fuente: Ballou (2004).

En su libro Ballou(2004), también comparte una lista de actividades clave y actividades de apoyo en la cadena de suministros.

Actividades Clave

1. Los estándares de servicio al cliente cooperan con marketing para:
 - a. Determinar las necesidades y requerimientos del cliente para la logística del servicio al cliente.
 - b. Determinar la respuesta del cliente al servicio
 - c. Fijar los niveles de servicio al cliente
2. Transporte
 - a. Selección del modo y servicio de transporte
 - b. Consolidación del flete
 - c. Rutas del transportador
 - d. Programación de los vehículos
 - e. Selección de equipo
 - f. Procesamiento de quejas
 - g. Auditorias de tarifas
3. Manejo de inventarios
 - a. Políticas de almacenamiento de materias primas y bienes terminados

- b. Estimación de venta a corto plazo
 - c. Mezcla de producto en los centros de aprovisionamiento
 - d. Número, tamaño y localización de los puntos de almacenamiento
 - e. Estrategias a tiempo, de sistema push y de sistema pull
4. Flujo de información y procesamiento de pedidos
 - a. Procesamiento de la interfaz pedidos de venta-inventarios.
 - b. Método de transmisión de información de pedidos
 - c. Reglas de pedido

Actividades de apoyo

1. Almacenamiento
 - a. Determinación de espacios
 - b. Distribución de las existencias y diseño de la dársena o punto para descarga
 - c. Configuración del almacén
 - d. Colocación de la existencias.
2. Manejo de materiales.
 - a. Selección de equipo
 - b. Políticas de reemplazo de equipos
 - c. Procesamientos de levantamientos de pedidos
 - d. Almacenamiento y recuperación de existencias
3. Compras
 - Selección de la fuente de suministros
 - a. Momento correcto para comprar
 - b. Cantidades a comprar
4. Embalaje de protección diseñado para:
 - a. Manejo
 - b. Almacenamiento
 - c. Protección por pérdida o daños
5. Cooperación con producción y operaciones para:
 - a. Especificar cantidades adicionales
 - b. Secuencia y rendimiento de producción
 - c. Programación de suministros para producción y operaciones
6. Mantenimiento de información
 - a. Recopilación, almacenamiento y manipulación de la información
 - b. Análisis de datos
 - c. Procedimientos de control (p.10)

Las actividades clave y de apoyo están separadas porque algunas en general tendrán lugar en todos los canales de la logística, en tanto que otras ocurrirán dentro de una empresa en particular, dependiendo de las circunstancias. Las actividades clave están en la curva "crítica" dentro del canal de distribución física inmediata de una empresa, según se muestra en la figura 1-5. Son las que más contribuyen al costo total de la logística o son especiales para la coordinación efectiva y para completar la tarea logística (p.12).



Ilustración 3 Curva crítica del servicio al cliente (p.12).

Fuente: Ballou (2004)

Los estándares de servicio al cliente fijan el rendimiento y el grado de rapidez al cual debe responder el sistema de logística. Los costos de logística se incrementan en proporción al nivel suministrado de servicio al cliente, de manera que la fijación de los estándares de servicio también afecta los costos de logística que apoyan ese nivel de servicio. Fijar requerimientos de servicio muy altos puede forzar los costos de logística hasta llegar a niveles extraordinariamente elevados (p.12)

El transporte y el mantenimiento de inventario son las actividades logísticas que principalmente absorben costos. La experiencia ha demostrado que cada una de ellas representará 50 a 66 % de los costos logísticos totales. El transporte añade valor de lugar a los productos y servicios, en tanto que el mantenimiento de inventarios les añade valor de tiempo (p.12)

El transporte es esencial porque ninguna empresa moderna puede operar sin el movimiento de sus materias primas o de sus productos terminados. Esta importancia es subrayada por la tensión financiera que sufren muchas empresas por desastres, como una huelga nacional de transporte ferroviario o porque los transportistas independientes se niegan a mover los bienes por disputas de tarifas. En estas circunstancias, no puede darse servicio a los mercados y los productos retornan de forma logística directa por deterioro o por volverse obsoletos... (p.13)

El embalaje de protección es una actividad de apoyo al transporte y al mantenimiento de inventarios, así como al almacenamiento y al manejo de materiales, porque contribuye a la eficiencia con la que se llevan a cabo estas actividades. La compra y programación del producto a menudo puede considerarse más un asunto de producción que de logística. Sin embargo, también afectan al esfuerzo general de la logística, y en especial a la eficiencia del transporte y la dirección de inventarios. Por último, el mantenimiento apoya a todas las actividades de logística, ya que suministra la información necesaria para la planeación y el control (p.13)

Ballou (2004) considera que hay dos aspectos de las actividades de logística en una cadena de suministro inmediata de la empresa. Es decir, la logística *inbound* (gestión de materiales) y la logística *outbound* (distribución física). Logística *inbound* se ocupa

de productos (por ejemplo, las materias primas, repuestos, ensambles) que se mueven en una empresa en lugar de alejarse de ella. Las actividades de logística *inbound* son aquellas actividades que implican la recepción, almacenamiento y difusión de las entradas a las áreas de operaciones. La idea central de la logística *Inbound* es satisfacer las necesidades de las operaciones de las líneas de operaciones manufactureras y de servicios. Logística *Outbound* (de salida) es la contraparte de la logística *Inbound* (de entrada), que trata con el movimiento, el almacenamiento y el procesamiento de las órdenes para las salidas de la empresa.

Ballou (2004)

“El objetivo de la logística Inbound es satisfacer las necesidades de una empresa de artículos entrantes de una manera ordenada, eficiente y de bajo costo.”

Ballou (2004) **Selección de la estrategia de canal adecuada**

La selección de canal adecuada afecta en gran medida la eficiencia y efectividad de la cadena de suministros. Fundamentalmente existen dos estrategias importantes: el suministro para almacenamiento y el suministro para pedido. Estos son los puntos terminales en una mezcla de estrategias alternativas combinadas para cumplir con la variedad de características del producto y de la demanda.

La cadena de suministro para almacenamiento es en donde se configura el canal de suministro para maximizar la eficiencia. Es decir, se utilizan los inventarios para obtener adecuadas economías al permitir corridas de producción económicas, compras en cantidad, procesamientos de pedidos en lote y transportación en envíos de gran tamaño. Los inventarios de seguridad se mantienen para tener un alto nivel de disponibilidad de producto. La demanda por lo general se cubre mediante los inventarios pero un control cuidadoso mantiene los niveles de inventario en un mínimo. En contraste, la estrategia de suministros para pedidos es aquella donde el canal de suministros se encuentra configurado para máxima capacidad de respuesta. Las características del canal son exceso de capacidad, rápidas conversiones, breves tiempos de espera, procesamiento flexible, transportación de primera calidad y procesamiento de órdenes sencillas. (p.53)

Compas SCM Logistics.

En COMPAS el área de control de producción estará a cargo de departamentos y actividades como recibo de materiales, manejo de materiales, control de inventarios, etc. Por lo que, SCM Logistics se enfocara en las actividades que conllevan a la oportuna y eficiente recolección y transporte de partes. El departamento de control de inventarios pretende disponer de un inventario de ciclo para los proveedores de partes con alto volumen de requerimiento diario y mayor tiempo transito, a la vez que SCM logística realizara la programación puntual para la recolección y entrega diaria (Just in time) de materiales de bajo requerimiento y poco tiempo transito.

Chopra, Sunil y Meindl, Peter (2008) **Inventario de ciclo** es la cantidad de inventario promedio que se emplea para satisfacer la demanda entre los recibos de embarques del proveedor. El tamaño es resultado de la producción, transportación o compra de material en grandes lotes. Las compañías producen o compran en grandes lotes para explotar las economías de escala en los procesos de producción, transporte y compras. (p.51)

Dentro de la operación de aprovisionamiento, la recolección y transporte de partes en COMPAS se realizara a través de rutas logísticas.

Una **ruta logística** o de recolección (en COMPAS), en principio consiste en el recorrido periódico, que realiza determinada unidad de transporte, desde un origen (planta) hasta uno o varios destinos (proveedores), para la recolección de partes y su posterior transporte y entrega en planta para su empleo en la manufactura.

Una ruta logística es desarrollada en base al volumen de requerimiento de las partes, el optimo cubicaje de las unidades de transporte, el mayor porcentaje de TFR por unidad, la ubicación geográfica de los proveedores, el tipo de transporte disponible y el costo del mismo; siempre buscándose el oportuno suministro de las partes, la máxima utilización de las unidades de transporte, y por ende, la disminución de costos de recolección.

De acuerdo al volumen del requerimiento de partes, y para el máximo aprovechamiento de las unidades de transporte, en COMPAS se han establecido 4 tipos de rutas o circuitos logísticos:

Circuitos Directos:

Éste tipo de circuito consiste en la colocación de unidades de transporte al 100% de su capacidad dedicadas para que cargue en un solo proveedor.

Circuitos MR:

Llamado Milk Run, tiene como objetivo que con un solo transporte recolecte en varios proveedores, asignándose anticipadamente porcentajes de carga para cada proveedor.

Circuitos Consolidados:

Éste tipo de recolección, consiste en la consolidación de material de proveedores con poco requerimiento, de forma que ellos envían el material a un almacén de consolidación, donde se reúne el requerimiento y se envía en un mismo transporte.

Sinergias

Éste procedimiento consiste en la recolección de materiales en proveedores lejanos de los cuales se tenga bajo requerimiento en volumen, realizando carga mixta de COMPAS, plantas Nissan y plantas Daimler, una vez la unidad llegue a Aguascalientes la unidad se desconsolidara y se redireccionará el material mediante un almacén dinámico multifuncional.

En logística se emplea el término **Truck Fill Rate** (TFR); en español Tasa de ocupación de Camiones, que tiene una estrecha relación con el cálculo de cubicaje.

Kalantari (2009, p.20) define "tasa promedio de llenado del sistema" como "la relación de la cantidad total de bienes y la capacidad de carga total de la flota de camiones desplegados."

Piecyk (2010, p.58) lo ha definido como la "relación entre el peso real de los bienes con el peso máximo que se podría haber llevado en un viaje de cargada".

La Agencia Europea del Medio Ambiente (2010), define a la Tasa de Llenado (factor de carga) para el transporte de mercancías como "la relación entre la carga media a la capacidad total de transporte de vehículos (furgonetas, camiones, vagones de trenes, barcos), expresado en términos de kilometraje de los vehículos. Correr vacío se excluye del cálculo. Correr vacío se calcula como el porcentaje del total de vehículos-kilómetro que se accionan a vacío".

El TFR es un indicador del espacio aprovechado en las unidades de transporte. Entre más alto sea el porcentaje más se aprovecha el espacio disponible; lo que se traduce en la reducción de costos.

Empaque de partes.

En la operación de aprovisionamiento los materiales, partes o componentes, deben ser agrupados y movidos en unidades de carga, que faciliten su manejo y que les proporcionen protección. En COMPAS a las unidades de carga se les conoce también como "Empaques", de ahí el nombre del Departamento de empaques, quien será el responsable del diseño y validación de los diversos tipos de empaques que se emplearan y que van desde pequeñas cajas plásticas hasta considerables racks metálicos

En el departamento de empaques, se denomina equipo vacío al empaque vacío empleado para el transporte de partes.

Metodología

Objetivos generales.

- Definir las rutas logísticas más eficientes, en cuanto a tiempo, calidad y costo, para la recolección de materiales en la operación de abastecimiento, de proveedores de partes domésticos.

Objetivos específicos

1. Analizar el flujo logístico para el abastecimiento en COMPAS e identificar los puntos, factores y participantes que integran una ruta logística, para el desarrollo de una ruta eficiente.
2. Identificar y Clasificar la información disponible para el ruteo.
3. Identificar en base a cálculos de cubicaje la configuración optima de carga.
4. Identificar mediante cálculos de TFR, el cubicaje con mejor aprovechamiento de la unidad de transporte.
5. En base al volumen de requerimiento diario de partes y al porcentaje de llenado de las unidades de transporte, identificar la frecuencia de recolección de partes.
6. Calcular costos de transporte de carga en base a m3 y km

Alcance:

El proyecto concluirá con la entrega de un archivo en hoja de cálculo que contenga el compilado de las rutas de recolección más eficientes, para la operación de abastecimiento nacional.

Teniendo en cuenta el propósito el proyecto, este se desarrolla utilizando el modelo de la ilustración 4.

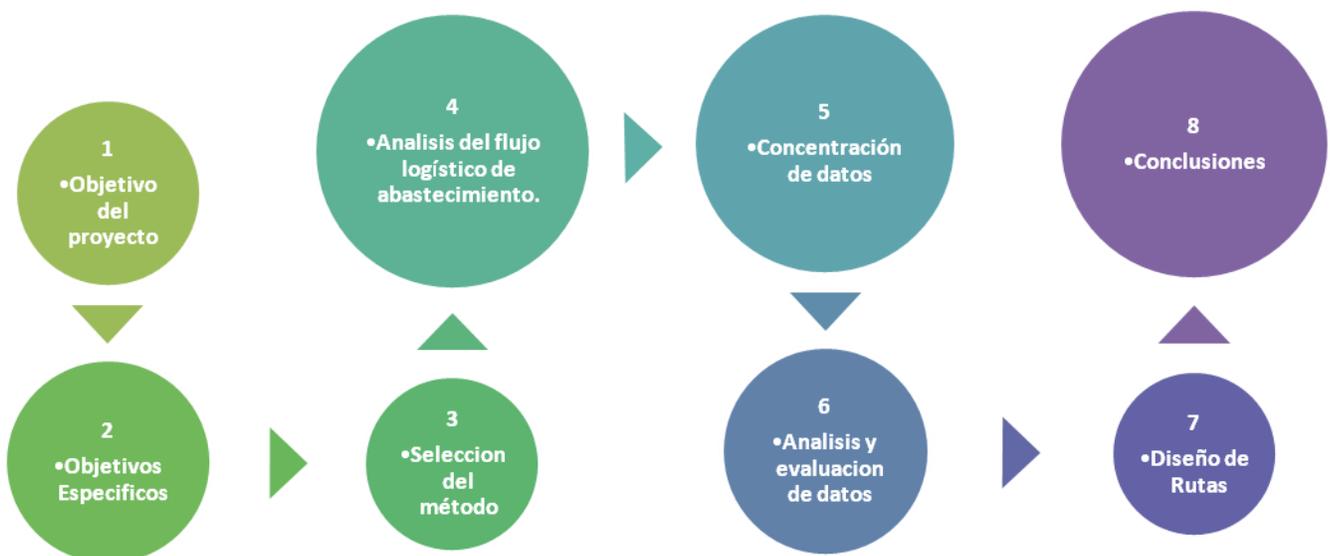


Ilustración 4 Metodología del Proyecto

Fuente: Elaboración Propia

Selección de los métodos:

En general, los métodos de investigación se dividen en cualitativos y cuantitativos. Bryman y Bel (2007) discuten la diferencia entre la clasificación cuantitativa y cualitativa, en la que el método cuantitativo enfatiza la cuantificación en la recopilación y análisis de datos que:

- Incluyen un enfoque deductivo para conectar la teoría y la investigación y sobre todo pone a prueba las teorías.
- Incorpora las prácticas y teorías del modelo científico natural.
- Implica una visión de la realidad social como una realidad objetiva.

Por otro lado, la investigación cualitativa por lo general hace hincapié en palabras en lugar de cuantificación en la recopilación y análisis de datos, y tiene las siguientes características:

- Incluye un enfoque inductivo a la relación entre la teoría y la investigación, y sobre todo en la generación de teorías.
- Por lo general, rechaza las prácticas y teorías del modelo científico natural y hace hincapié en las formas en que las personas interpretan su mundo social
- implica una visión de la realidad social como una propiedad de desplazamiento de la creación de los individuos.

En este proyecto se utiliza una evaluación cualitativa como metodología para encontrar una mejor comprensión del tema, se centran más en la búsqueda de las ideas y experiencias a producir datos subjetivos y tratar de responder a las preguntas acerca cómo y por qué. La característica cualitativa de investigación permite flexibilidad entre la recolección de datos y análisis de los mismos dentro de las teorías enmarcadas.

Ya que el desarrollo de rutas conlleva una serie de evaluaciones y cálculos de datos numéricos, que permitan la elección del mayor aprovechamiento de unidades a menor costo; el proyecto exige una metodología cuantitativa principalmente.

El Método Cuantitativo es aquel que permite examinar los datos de manera numérica, sobre todo en el campo de la estadística. Para que funcione este método es necesario que haya claridad entre los elementos del problema de la investigación que queremos realizar.

De acuerdo con Silverman (2005) tanto en la investigación cuantitativa y cualitativa se ven afectados por el punto de vista individual. Sin embargo, los investigadores cualitativos pueden acercarse a la perspectiva del actor a través de entrevista y observación, en su lugar investigadores cuantitativos utilizan materiales y métodos más remotas, y menos probabilidades de captar las perspectivas de los sujetos.

Análisis del flujo logístico de abastecimiento.

En COMPAS una ruta logística tiene una importancia fundamental en el aprovisionamiento de la planta, ya que contribuye a esos objetivos que la logística busca; el transporte y entrega oportuna de suministros en planta (ya que permite prever el tiempo que se invertirá en la recolección), la eficiencia (ya que la previa planificación permite que se reduzcan los errores y que el tiempo de respuesta a la hora de la programación sea mínimo), y la reducción de costos (al maximizar la utilización de las unidades de transporte mediante el TFR y los tipos de circuitos establecidos).

Por esta importancia de las rutas logísticas en la operación de suministro y para el desarrollo de las mismas, se consideró pertinente la identificación y análisis del flujo logístico de abastecimiento de planta, para el puntual entendimiento de las necesidades de planta y la identificación de los participantes de las mismas. De acuerdo a las capacitaciones y estudio de manuales y procedimientos del área **SCM Inbound** de **Nmex**, se identificó el siguiente flujo logístico de abastecimiento que tendrá COMPAS.

- A. La operación de aprovisionamiento de COMPAS, se pretende que sea periódica, y que comience con el requerimiento de materiales a cargo del departamento de control de inventarios, quien emitirá una orden de requerimiento a su proveedor de partes y a el área de SCM Inbound, la cual identificara la ruta logística que corresponda al requerimiento, y de ser necesario realizara los ajusten necesarios a la ruta.
- B. Posterior a la selección de rutas correspondientes, logística procederá con la planeación para la gestión de los materiales mediante un programa logístico (Un documento en formato de hoja de cálculo que contiene el detalle de las rutas de recolección; fechas, lugares y horarios).
- C. Por su parte proveedor de partes deberá confirma la recepción de la requisición de materiales así como la disponibilidad de los mismos.
- D. El Programa logístico será emito a todas las partes involucradas para la confirmación de horarios, disponibilidad y cubicaje; es así que proveedor de partes confirma disponibilidad de materiales, espacio asignado en transporte, disponibilidad de racks y horarios de carga de materiales.
- E. Transportista confirmara la disponibilidad de transporte y los horarios de recolección asignados en el programa logístico.
- F. En base al programa logístico el departamento de Rack control coordinara con un 3PL (un proveedor de servicios logístico para el manejo y mantenimiento de equipo vacío) horarios de carga de equipo vacíos en la unidad.

- G. La unidad de transporte, será enviada con el equipo vacío al o los proveedores de partes, respetando los horarios asignados, proveedor deberá descargar el equipo vacío y cargar la unidad con lo cantidad de empaques que hayan sido solicitados en el requerimiento de control de producción.
- H. Para la carga de materiales SCM logistics ha desarrollado un documento escrito en el cual se indica la forma en que debe realizarse la carga de materiales y al que ha denominado guide line de carga.
- I. Linker se encargara de dar entrada y salida a las unidades indicadas en el programa logístico en el horario que se indique. Recibo de materiales se encargara de enrampar y atender la unidad de transporte en los horarios señalados en el programa logístico.
- J. A su vez Manejo de materiales descargara la unidad, un vez que esta haya sido validada por recibo de materiales. Por último manejo de materiales deberá poner a disposición del 3PL el equipo vacío para su carga en la unidad de transporte y su retorno al proveedor de partes.

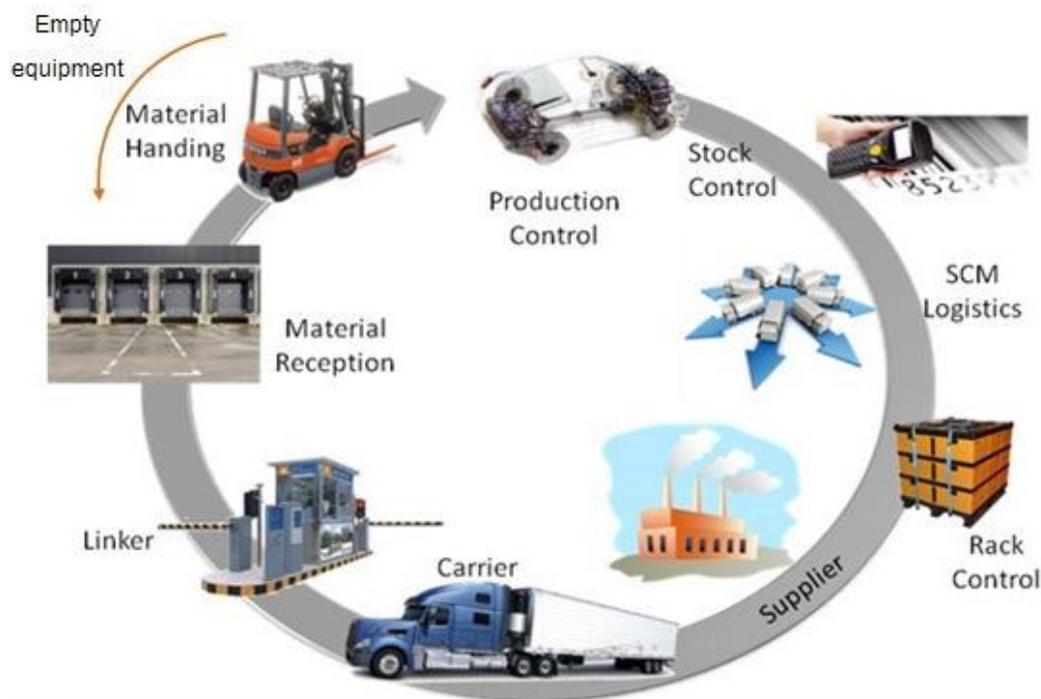


Ilustración 5 Proceso de suministro de partes.

Fuente: Elaboración Propia.

Cada participante en el flujo de aprovisionamiento contribuye al correcto seguimiento de las rutas logísticas seleccionadas en la operación de recolección. De igual forma el buen diseño de las rutas logísticas contribuye a que los participantes del flujo de aprovisionamiento

realicen las actividades que les corresponde de forma correcta, sin problemas de espacio, tiempo, o costos, etc.

Clasificación de información pertinente para el ruteo.

Los datos que se requirieron para el desarrollo del proyecto, en su mayoría son producto del trabajo de recolección de otras áreas de la empresa; como lo son control de inventarios, empaque, programación, etc. Por lo que en su mayoría, los datos fueron solicitados por Logística Inbound y compartidos por las respectivas áreas.

La concentración y uso de todos los datos, se hizo principalmente en software de hoja de cálculo

Debido a que COMPAS únicamente será quien ensamble los coches de la marcas Infiniti y Mercedes Benz, y que para ambas marcas el manejo de información específica de partes y proveedores se considera de tratamiento confidencial, en este documento de residencias no se mencionara ningún numero de parte, ni información específica de ningún proveedor de partes, por lo que en adelante el procedimiento que se siguió para la obtención de los objetivos planteados se presentara en algunas ocasiones con ejemplos.

Para el desarrollo del proyecto, el supervisor a cargo, el Ing. Roberto Moran, compartió un listado de partes (un documento que contenía a modo de borrador, todo los números de partes que se emplearían en el ensamble del primer modelo a producir), con el cual y en base a las actividades programadas se procedió al análisis y posterior procesamiento de la información. De este análisis se obtuvo que la primera unidad que se producirá en COMPAS estará constituida por mas 2300 partes, suministradas por más de 100 proveedores, ubicados tanto en territorio nacional como en otros países, en otros continentes. Para propósitos del proyecto se hizo énfasis en que en México hay alrededor de 90 proveedores distribuidos por todo el territorio nacional, de los cuales 81 están previstos para ser trasladadas las partes por el área de SCM Logistics.

En la ilustración 6 se muestra la distribución geográfica de los 81 proveedores.

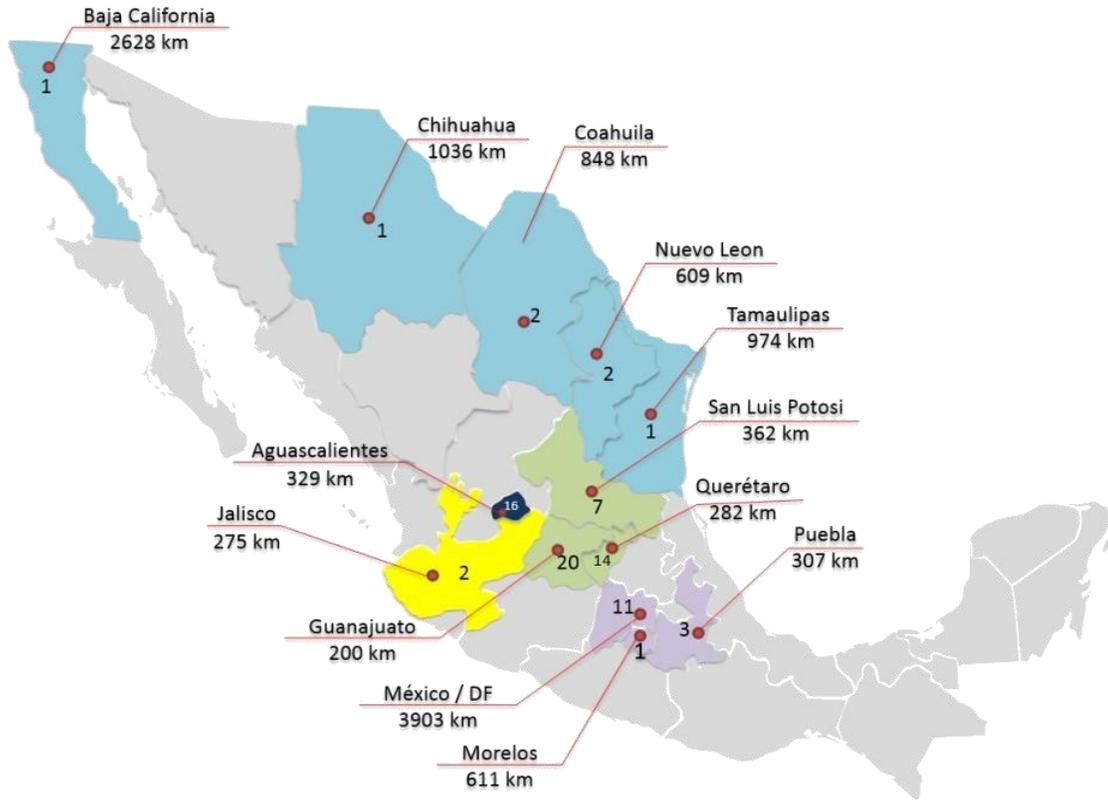


Ilustración 6 Distribución geográfica de los proveedores de partes en territorio nacional.

Fuente: Elaboración Propia con información de COMPAS.

Para el procesamiento de la información se elaboro una hoja de cálculo donde se compilo la información tanto de partes como de proveedores. Cabe mencionar que este procedimiento de manejo de datos en hoja de cálculo, se realizó en base a la forma en que se hace el procedimiento de definición de rutas en Nissan Mexicana.

- Como primer paso para la clasificación de los datos, se comenzó capturando en el documento los siguientes datos:

PART NUMBER	PROVEEDOR	UBICACIÓN	KM	TIEMPO TRANSITO	PIEZAS POR CARRO	REQUERIMIENTO DIARIO / PRONOSTICADO

Tabla 1 Información de proveedores y partes.

Fuente: Elaboración propia.

En las rutas en un principio fue identificado en cada requerimiento de ranes, la ubicación, km y tiempo tránsito, en las primeras columnas de la tabla de cálculos, para el ingreso de estos valores, se realizo la recolección de datos en los manuales y procedimientos de la operación

en Nmex, también se calcularon en la línea (google maps) y otros tantos fueron proporcionados por los supervisor y su experiencia.

El requerimiento diario de partes se obtuvo a través de una sencilla multiplicación, en la que se consideraron factores importantes en el proceso de manufactura diario que se tendrá en COMPAS, como cantidad de partes requeridas por modelo, unidades a producir por hora, horas efectivas de trabajo por turno, etc. Por lo que la formula quedo como sigue:

$$\begin{array}{ccccccc}
 \text{Cantidad} & & & & & & \\
 \text{de partes} & & & & & & \\
 \text{por} & & & & & & \\
 \text{modelo} & \times & \text{Unidades a} & \times & \text{Horas} & \times & \text{Número de} \\
 & & \text{producir} & & \text{efectivas de} & & \text{Turnos por} \\
 & & \text{por hora} & & \text{trabajo por} & & \text{día} \\
 & & & & \text{turno} & & = \\
 & & & & & & \text{Requerimiento diario} \\
 & & & & & & \text{por parte.}
 \end{array}$$

Ecuación 1 Formula para requerimiento por parte.

Fuente: Elaboración Propia.

Cantidad de partes por unidad, se refiere a la cantidad de cada tipo de parte que se empleara en el ensamble del automóvil, por ejemplo; podría pensarse que para los espejos laterales, se requieren dos partes por unidad, pero en realidad cada espejo es una parte diferente, espejo lateral derecho y espejo lateral izquierdo; por lo que solo es requisito una parte de cada tipo de parte por automóvil.

Horas efectivas de trabajo por turno, se refiere a las horas que en verdad son trabajadas, sin contar horarios de comida, descansos, mantenimiento de maquinas y equipo etc.

Unidades de transporte de carga.

Para el cálculo de cubijaje fue necesario conocer las dimensiones del tipo de unidades de transportes que se pretenden usar para la recolecta de partes, esta información fue proporcionada por el ingeniero Moran. A continuación se muestran una tabla con los tipos de unidades previstos para el transporte de las partes.

EQUIPO	NOMENCLATURA	SECCIÓN	LARGO	ANCHO	ALTO	CAPACIDAD	PESO MAXIMO DE CARGA (Ton)	IMAGEN
53 pies	T5		16	2.5	2.77	113	23	
Full (2 x 40 pies)	F8		12.4	2.5	2.77	171.74	45	
FULL CAMA BAJA	F9	Cuello A	3.5	2.54	2.704	190	45	
		Cama Baja	8.5	2.54	3.1			
BIG TRUCK T2-S1-R2	B5	Cuello A	2.02	2.54	2.704	206	38	
		Cama Baja	8.09	2.54	3.805			
		Cuello B	2.19	2.54	2.891			
Thorton	T0		6.5	2.45	2.5	15	8	
Camioneta	C3		3.2	2.25	1.91	3.5	3.5	

Tabla 2 Unidades de transporte de carga.

Fuente: COMPAS SCM Inbound

Cabe mencionar que SCM Inbound pretende que en las rutas logísticas de la región doméstica se empleen principalmente unidades de 53 pies, Full de 40 pies, Full cama baja y Big trucks, para el máximo aprovechamiento de la capacidad de las unidades

El número de unidades que se emplean a una ruta, dependen del volumen del requerimiento de los ranes, y las necesidades de la planta.

En el desarrollo del proyecto se asignaron unidades a los tipos de rutas de acuerdo al volumen de los ranes agrupados.

Para los proveedores alejados y con ranes de bajo volumen se busco que el requerimiento fuera de más de 1 día, por ende el volumen de ocupación aumento por lo que para estos

casos se consideraron unidades full y de acuerdo al TFR se selecciono la que tuviera mayor aprovechamiento.

Se emplearon unidades de 53 pies para los proveedores con requerimiento diario, con volúmenes de hasta un 50% para que fuera posible el adelanto del requerimiento para dos días.

En su mayoría las unidades full de F8, F9 y Big truck se emplearon para proveedores que el requerimiento fuera alto.

Cubicaje y TFR

Una vez determinado el requerimiento diario, se procedió a determinar la cantidad de empaques que se emplearan para la recolección del material requerido, para posteriormente determinar el tipo y numero unidades a emplear en la ruta, así como el tipo de ruta. Para este cálculo las normas de empaque son el principal punto de partida, ya que estas contienen todas las especificaciones y características de los empaques, como dimensiones, capacidad de partes, capacidad de estiba, entre otra información de las partes. Al identificar las dimensiones y capacidad de los empaques que contendrán las partes, se puede determinar el número de empaques que se emplearan en la recolección de cada tipo de parte y por consiguiente realizar los cálculos correspondientes para obtener la configuración de cubicaje óptima, en los diferentes tipos de transportes previstos.

Por esta razón, las normas de empaques correspondientes a los números de partes recabados en la actividad anterior, fueron solicitadas al departamento de empaques, quienes oportunamente las compartieron al departamento de **SCM Inbound**.

Las dimensiones y capacidades de cada empaque capturadas en los correspondientes campos; LARGO, ANCHO, ALTO y CAPACIDAD DE EMPAQUE, añadidos al documento en hoja de cálculo que se desarrollo anteriormente.

PART NUMBER	PROVEEDOR	UBICACIÓN	KM	TIEMPO TRANSITO	Frecuencia de recolecta	PIEZAS POR CARRO	REQUERIMIENTO DIARIO / PRONOSTICADO	DIMENSIONES DE EMPAQUE			M3 POR EMPAQUE	CAPACIDAD DE EMPAQUE
								LARGO	ANCHO	ALTO		

Tabla 3 Dimensiones de Empaque.

Fuente: Elaboración propia

Ya que al momento en COMPAS, no se emplea ningún tipo de software para el cubicaje en las unidades, este cálculo se realizó en hoja de cálculo siguiendo las siguientes formulas:

$$\frac{\text{Largo de transporte}}{\text{Largo del empaque}} \times \frac{\text{Ancho de transporte}}{\text{Ancho del empaque}} \times \frac{\text{Altura del transporte}}{\text{Altura del empaque}} = \text{Cubicaje 1}$$

Ecuación 2 Formula para Cubicaje 1
Fuente: COMPAS SCM Inbound

$$\frac{\text{Largo de transporte}}{\text{Ancho del empaque}} \times \frac{\text{Ancho de transporte}}{\text{Largo del empaque}} \times \frac{\text{Altura del transporte}}{\text{Altura del empaque}} = \text{Cubicaje 2}$$

Ecuación 3 Formula para Cubicaje 2
Fuente: COMPAS SCM Inbound

Las dimensiones del transporte deben ser internas, mientras que las del empaque deben ser externas.

Al comparar el largo del empaque contra el largo de la unidad de transporte, podemos saber cuántos empaques pueden ser ingresados a lo largo de la unidad, lo mismo sucede con el ancho y la altura. La segunda formula nos presenta una segunda opción en la que el largo del transporte es comparado contra el ancho de la unidad y el ancho del transporte es comparado contra el largo del empaque; en esta fórmula la altura de la unidad sigue siendo comparada contra la altura del empaque, debido a que por razones de resguardo de las partes y para la manipulación del empaque, muchos empaques se han diseñado con sentido vertical y con entradas de cuñas en la base. Se realizan ambos cálculos para agotar las opciones de cubicaje, ya que debido a las dimensiones del empaque, alguna de ellas puede arrojar un mayor número de unidades de carga posibles en la unidad de transporte.

Para el cálculo del cubicaje se añadió a la tabla en hoja de cálculo, los campos LARGO, ANCHO Y ALTO del transporte y en seguida se añadieron los mismos campos para el cálculo de cubicaje, en los que se ingresó la primera fórmula. Y donde se muestra cuantos empaques puede contener la unidad a lo largo, a lo ancho y el número de estibas que pueden hacerse. Este procedimiento se repitió para el segundo cubicaje, siguiendo el orden de los campos para el transporte y cubicaje; ANCHO, LARGO y ALTO, de acuerdo a la segunda fórmula.

A continuación se presenta el procedimiento del cálculo de cubillaje, para este caso para el tipo de transporte T5 (caja seca de 53 pies), con un empaque de “x” parte, el cual presenta las siguientes medidas:

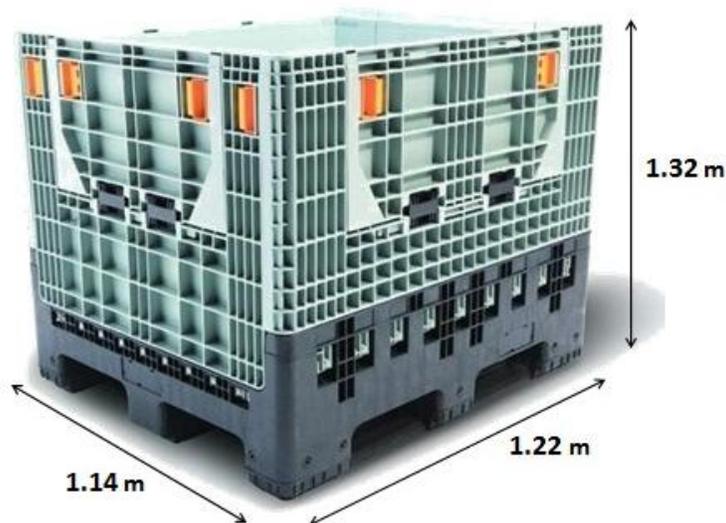
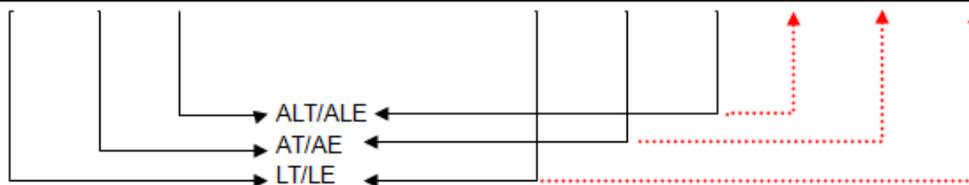


Ilustración 7 Caja Plástica para partes (Empaque).

Fuente: Horen Science & Technology Co., Ltd. (proveedor de unidades de carga)

DIMENSIONES DE EMPAQUE					TRANSPORTE T5 ^{115,0112}			CUBICAJE 1			
LARGO	ANCHO	ALTO	M3 POR EMPAQUE	CAPACIDAD DE EMPAQUE	LARGO	ANCHO	ALTO	LARGO	ANCHO	ALTO	EMPAQUES POR UNIDAD
1,22	1,14	1,32	1,835856	60	16	2,54	2,83	13	2	2	52



LT	LARGO DE TRANSPORTE	LE	LARGO DE EMPAQUE
AT	ANCHO DE TRANSPORTE	AE	ANCHO DE EMPAQUE
ALT	ALTO DE TRANSPORTE	ALT	ALTO DE EMPAQUE

TRANSPORTE T5 ^{115,011}			CUBICAJE 2				CUBICAJE OPTIMO
ANCHO	LARGO	ALTO	ANCHO	LARGO	ALTO	EMPAQUES POR UNIDAD	CUBICAJE
2,54	16	2,83	2	14	2	56	56

Tabla 4 Calculo de cubillaje 1 y 2.

Fuente: Elaboración propia con información de COMPAs

Para los resultados de esta parte se utilizo la función Redondear para obtener mayor precisión en el cubicaje. No se puede cubicar 1.5 empaques. Estos resultados se multiplicaron entre si y se obtuvo el cubicaje de la primer formula. Para la segunda formula se siguió el mismo procedimiento. Como se nota, para este ejemplo hubo una diferencia de 4 empaques en los resultados de los cubicajes, el segundo acomodo resulto 4 empaques más eficientes que el primero. Aquí la importancia de ambos cálculos. La columna CUBICAJE OPTIMO está diseñada para arrojar el cubicaje más eficiente, de las dos operaciones que se realizan por unidad de transporte.

Estas dos fórmulas se aplicaron para los demás tipos de transporte previstos, obteniendo así el cubicaje óptimo de cada tipo de parte en cada tipo de unidad de transporte. Para los tipos de transportes en los que las cajas cuentan con más de una sección, se realizó el cálculo de cubicaje por sección y posterior a esto, se sumaron los cálculos y se obtuvo un cubicaje total de las unidades, como se muestra en la siguiente imagen.

DIMENSIONES DE EMPAQUE						TRANSPORTE B5 CAMA BAJA 1			64	CUBICAJE CAMA BAJA			
LARGO	ANCHO	ALTO	M3 POR EMPAQUE	CAPACIDAD DE EMPAQUE	REQUERIMIENTO POR RANES	LARGO	ANCHO	ALTO	LARGO	ANCHO	ALTO	EMPAQUES EN CAMA BAJA	
1.22	1.14	1.32	1.835856	60	3	8.18	2.54	4	6	2	3	36	

TRANSPORTE B5 CUELLO 1			CUBICAJE CUELLO 1				TRANSPORTE B5 CUELLO 2			CUBICAJE CUELLO 2				CUBICAJE 1
LARGO	ANCHO	ALTO	LARGO	ANCHO	ALTO	EMPAQUE EN CUELLO 1	LARGO	ANCHO	ALTO	LARGO	ANCHO	ALTO	EMPAQUEN CAMA BAJA	EMPAQUES POR UNIDAD
2	2.54	2.73	1	2	2	4	2	2.54	2.96	1	2	2	4	44

1	TRANSPORTE B5 CAMA BAJA 1			CUBICAJE CAMA BAJA				TRANSPORTE B5 CUELLO 1			CUBICAJE CUELLO 1			
	ANCHO	LARGO	ALTO	ANCHO	LARGO	ALTO	EMPAQUES EN CAMA BAJA	ANCHO	LARGO	ALTO	ANCHO	LARGO	ALTO	EMPAQUEN CUELLO 1
	2.54	8.18	4	2	7	3	42	2.54	2	2.73	2	1	2	4

TRANSPORTE B5 CUELLO 2			CUBICAJE CUELLO 2				CUBICAJE 2
ANCHO	LARGO	ALTO	ANCHO	LARGO	ALTO	EMPAQUEN CAMA BAJA	EMPAQUES POR UNIDAD
2.54	2	2.96	2	1	2	4	50

Tabla 5 Calculo de cubicaje para unidades con secciones.

Fuentes: Elaboración propia con información de COMPAS SCM Inbound.

Cabe mencionar que los empaques de partes para la operación de aprovisionamiento deben ser enviados totalmente llenos, los proveedores de partes no pueden enviar un empaque semi vacío o semi lleno, este debe contener el total de las piezas para el que fue diseñado.

PART NUMBER	PROVEEDOR	UBICACIÓN	PIEZAS POR CARRO	REQUERIMIENTO DIARIO / PRONOSTICADO	DIMENSIONES DE EMPAQUE					REQUERIMIENTO POR PLANES	CUBICAJE OPTIMO T5	CUBICAJE OPTIMO F8	CUBICAJE OPTIMO F8	CUBICAJE OPTIMO BF	TIPO DE UNIDAD CON MAXIMO TFR
					LARGO	ANCHO	ALTO	M3 POR EMPAQUE	CAPACIDAD DE EMPAQUE		CABICAJE 2	CUBICAJE 2	CUBICAJE 1	CUBICAJE 2	
				128	1.22	1.14	1.32	1.835856	60	3	56	40	36	50	T5

Tabla 6 Calculo de cubicaje optimo por unidad.

Fuentes: Elaboración propia con información de COMPAS SCM Inbound.

Después de que se obtuvieron el máximo número de empaques, de un tipo de parte en específico, que pueden cubicarse en cada tipo de unidad, se procedió a realizar los cálculos de TFR, para el cual fue necesario conocer los metros cúbicos ocupados por unidad, para lo cual se multiplico el número de empaques, del cubicaje óptimo de cada tipo de unidad, por el volumen que ocupa el empaque. Y que se indica en la tabla en la parte de dimensiones de empaques.

DIMENSIONES DE EMPAQUE					REQUERIMIENTO POR PLANES	CUBICAJE OPTIMO T5	CUBICAJE OPTIMO F8	CUBICAJE OPTIMO F8	CUBICAJE OPTIMO BF	M3 OCUPADOS T5	M3 OCUPADOS F8	M3 OCUPADOS F9	M3 OCUPADOS B5
LARGO	ANCHO	ALTO	M3 POR EMPAQUE	CAPACIDAD DE EMPAQUE		CABICAJE 2	CUBICAJE 2	CUBICAJE 1	CUBICAJE 2				
1,22	1,14	1,32	1,83586	60	3	56	40	36	50	102,808	73,4342	66,0908	91,7928

↓ * ↑

Tabla 7 Calculo de m3 ocupados por empaques en el cubicaje optimo por unidad.

Fuentes: Elaboración propia con información de COMPAS SCM Inbound

Al obtener los metros cúbicos ocupados en cada tipo de unidad, se procedió a calcular el porcentaje de ocupación de los empaques, unitariamente, para la cual se realizó la diferencia entre los m3 ocupados y la capacidad en m3 de las unidades. Obteniéndose así el TFR por unidad.

								TFR Unidades completas destinadas a un solo numero de parte			
M3 OCUPADOS T5	M3 OCUPADOS F8	M3 OCUPADOS F9	M3 OCUPADOS B5	T5 CAPACIDAD M3	F8 CAPACIDAD M3	F9 CAPACIDAD M3	B5 CAPACIDAD M3	T5	F8	F9	B5
102,808	73,4342	66,0908	91,7928	115,011	86,2584	94,7071	112,014	89,39%	85,13%	69,78%	81,95%

↓ / ↑

Tabla 8 Calculo de TFR, por unidad de transporte.

Fuente: Elaboración propia con información de COMPAS SCM Inbound

Se agregaron 4 filas para el porcentaje de espacio desperdiciado, para que su evaluación y aprovechamiento con otro. De igual forma se agrego una columna que (a través de la función max valor) identificara el tipo de unidad de transporte con mayor TFR.

TFR Unidades completas destinadas a un solo numero de parte								TIPO DE UNIDAD CON MAXIMO TFR
T5	F8	F9	B5	DESPERDICIO T5	DESPERDICIO F8	DESPERDICIO F9	DESPERDICIO B5	
89,39%	85,13%	69,78%	81,95%	10,61%	14,87%	30,22%	18,05%	T5

$$= 1 - ()$$

Tabla 9 Calculo de espacio desperdiado.

Fuente: Elaboración propia con información de COMPAS SCM Inbound

Los cálculos que se realizaron antes de llegar a este punto, se hicieron sin un requerimiento de partes específico, esto con el propósito de cubicar al máximo las unidades de transporte seleccionadas; estos cálculos fueron la base para el desarrollo de los cálculos de cubicaje y espacio ocupado de los requerimientos de parte. Los cálculos se realizaron como sigue:

El requerimiento por ranes, resultado del redondeo del requerimiento diario pronosticado entre la capacidad de los empaques; es dividido entre el cubicaje optimo en cada unidad de transporte, lo que da por resultado el porcentaje de ocupación de los ranes requeridos.

DIMENSIONES DE EMPAQUE					REQUERIMIENTO POR RANES	CUBICAJE OPTIMO T5	CUBICAJE OPTIMO F8	CUBICAJE OPTIMO F9	CUBICAJE OPTIMO B5	TIPO DE UNIDAD CON MAXIMO TFR	PORCENTAJE DE OCUPACION DE RANES REQUERIDOS				m3 requeridos pronostica	PARTES QUE SE RECIBIRAN
ANCHO	ALTO	M3 POR EMPAQUE	CAPACIDAD DE EMPAQUE	CUBICAJE 2		CUBICAJE 2	CUBICAJE 1	CUBICAJE 2	T5		F8	F9	B5			
1,14	1,32	1,835856	60	3	56	40	36	50	T5	0,0535714	0,075	0,0833333	0,06	5,507568	180	F9

Tabla 10 Calculo de ocupación por ranes requeridos.

Fuente: Elaboración propia con información de COMPAS SCM Inbound

El porcentaje de ocupación de ranes requeridos, representa la porción de espacio ocupado por los empaques requeridos por número de parte, en cada tipo de unidad. Estos porcentajes representan el aprovechamiento de la unidad en base al requerimiento de ranes.

DIMENSIONES DE EMPAQUE					REQUERIMIENTO POR RANES	CUBICAJE OPTIMO T5	CUBICAJE OPTIMO F8	CUBICAJE OPTIMO F9	CUBICAJE OPTIMO B5	TIPO DE UNIDAD CON MAXIMO TFR	PORCENTAJE DE OCUPACION DE RANES REQUERIDOS			
LARGO	ANCHO	ALTO	M3 POR EMPAQUE	CAPACIDAD DE EMPAQUE		CUBICAJE 1	CUBICAJE 1	CUBICAJE 1	CUBICAJE 1		T5	F8	F9	B5
1,87	1,21	0,83	1,88205	20	38	48	36	30	44	T5	0,791667	1,055556	1,266667	0,86363
1,60	1,22	1,27	2,47904	51	15	40	28	18	38	T5	0,375	0,535714	0,833333	0,39473
1,60	1,22	1,27	2,47904	52	15	40	28	18	38	T5	0,375	0,535714	0,833333	0,39473
1,22	1,14	0,64	0,89011	53	15	112	80	86	100	T5	0,133929	0,1875	0,174419	0,15
1,22	1,14	0,64	0,89011	53	15	112	80	86	100	T5	0,133929	0,1875	0,174419	0,15
1,31	1,12	0,51	0,74827	50	16	120	90	52	104	T5	0,133333	0,177778	0,307692	0,15384
1,14	0,47	0,60	0,32148	54	14	280	200	236	268	F9	0,05	0,07	0,059322	0,05223
1,14	0,47	0,60	0,32148	54	14	280	200	236	268	F9	0,05	0,07	0,059322	0,05223

Tabla 11 Ejemplo de Cálculo de Porcentaje de ocupación de ranes requeridos.

Fuente: Elaboración propia con información de COMPAS SCM Inbound

Por ejemplo el primer porcentaje de la tabla, en la columna T5 (53 ') pretende mostrar que con un requerimiento de 38 ranes diarios, presentaba un aprovechamiento del espacio (TFR) de un 79 %. Es decir, los 38 ranes acomodados de acuerdo la cubicaje más óptimo, ocupaban en la unidad el 79 % del espacio.

Los porcentajes de ocupación de ranes requeridos, en primera instancia son unos de los principales factores para el desarrollo de una ruta logística, ya que al identificar el TFR en base a ranes podemos deducir preliminarmente si la unidad debe ser considerada como una ruta directa, o si el requerimiento de ranes permite programar un MR, consolidado o sinergias.

Una vez obtenido el porcentaje de ocupación de todos los ranes, de cada tipo de parte, se procedió a filtrar a los proveedores por ubicación; al identificar los requerimientos de ranes con porcentajes de ocupación mayores a 90 % se procedió a definirlos como rutas directas, posteriormente se seleccionaron los porcentajes menores y se sumaron en busca de obtener la agrupación de los mismos que arroja un TFR en conjunto mayor 90 %.

	TIPO DE UNIDAD CON MÁXIMO TFR	PORCENTAJE DE OCUPACION DE RANES REQUERIDOS				M3 REQUERIDOS PRONOSTICADOS	PARTES QUE SE RECIBIRAN	
		T5	F8	F9	B5			
	T5	79%	106%	127%	86%	71,51775	760	F9
MR 94% TFR	T5	38%	54%	83%	39%	37,1856	765	F9
	T5	38%	54%	83%	39%	37,1856	780	F9
	T5	13%	19%	17%	15%	13,35168	795	F8
MR 97% TFR	T5	13%	19%	17%	15%	13,35168	795	F8
	T5	13%	18%	31%	15%	11,97235	800	F9
MR 13 %...	F8	5%	7%	6%	5%	4,50072	756	F8
	F9	5%	7%	6%	5%	4,50072	756	F8
R. Directa 97 % TFR	F8	97%	127%	141%	112%	91,49077	760	F9

Tabla 12 Ejemplo de selección de rutas por TFR.

Fuente: Elaboración propia con información de COMPAS SCM Inbound

Es preciso apuntar que los porcentajes de ocupación de ranes requeridos, no permiten una definición de rutas fidedigna ya que solo se toma en cuenta el porcentaje de aprovechamiento, sin considerarse desperdicios de espacios por la configuración y acomodo de los empaques, por ello, y en busca del mayor aprovechamiento real de las unidades, se contribuyo al proyecto con el desarrollo de una serie de formulas y funciones que permitieran conocer el espacio real ocupado y el espacio real disponible.

T5								
ESPACIO OCUPADO POR RANES m			ESPACIO LIBRE POR UNIDAD m			ESPACIO OCUPADO ACUMULADO m		
16	2,54	2,83	16	2,54	2,83	16	2,54	2,83
13,055	2,42	2,502	2,945	2,54	2,83	2,945	0,12	0,328
6,4	2,44	2,54	9,6	2,54	2,83	9,6	0,1	0,29
6,4	2,44	2,54	9,6	2,54	2,83	3,2	0,1	0,29
2,28	2,44	2,56	13,72	2,54	2,83	0,92	0,1	0,27
2,28	2,44	2,56	13,72	2,54	2,83	13,72	0,1	0,27
2,62	2,24	2,55	13,38	2,54	2,83	11,1	0,3	0,28
1,14	2,35	2,4	14,86	2,54	2,83	9,96	0,19	0,43
1,14	2,35	2,4	14,86	2,54	2,83	8,82	0,19	0,43
14,859	2,438	2,592	1,141	2,54	2,83	1,141	0,102	0,238

Tabla 193 Calculo de TFR propuesto.

Fuente: Elaboración propia

Si se compara esta tabla con la anterior, en la primera fila, en la columna T5 se muestra el **porcentaje** de espacio ocupado en una unidad de 53 pies, por un requerimiento de 38 ranes, que corresponde al 79 % de la unidad de transporte, sin embargo se desconoce cómo se ocupa ese espacio en la unidad.

En la segunda tabla, se muestran los metros del total de los 38 ranes requeridos, en la primera parte titulada ESPACIO OCUPADO POR RANES (m), se muestran los metros ocupados a lo largo, a lo ancho y a lo alto de la unidad de transporte. En la segunda parte titulada ESPACIO LIBRE POR UNIDAD, muestra el espacio de la unidad disponible, después del cubicaje de los 38 ranes.

La tercera parte se presenta el espacio ocupado acumulado, con lo cual se pretende que la definición de las nuevas de rutas se mas rápida. Pues aquí se muestra de forma acumulativa el aprovechamiento del espacio disponible las unidades.

T5								
ESPACIO OCUPADO POR RANES m			ESPACIO LIBRE POR UNIDAD m			ESPACIO OCUPADO ACUMULADO m		
16	2,54	2,83	16	2,54	2,83	16	2,54	2,83
13,055	2,42	2,502	2,945	2,54	2,83	2,945	0,12	0,328
6,4	2,44	2,54	9,6	2,54	2,83	9,6	0,1	0,29
6,4	2,44	2,54	9,6	2,54	2,83	3,2	0,1	0,29
2,28	2,44	2,56	13,72	2,54	2,83	0,92	0,1	0,27
2,28	2,44	2,56	13,72	2,54	2,83	13,72	0,1	0,27

Tabla 14 Calculo Acumulado de TFR

Fuente: Elaboración propia con información de COMPAS SCM Inbound

Por ejemplo: en la tabla puede identificarse que el requerimiento de ranes de la segunda fila es mayor al espacio disponible de la unidad de la primera fila, por lo que el requerimiento de esa fila se comenzó a cubicar en una nueva unidad, generándose un espacio disponible de 9.6 m x 2.54 m x 2.83 de alto; espacio suficiente para cubicar el requerimiento de la tercera fila, que era de 6.4 m x 2.44 m x 2.54 m y que una vez cubicado, sobraba un espacio de 3.2 m x 2.54 m x 2.83 m de alto, en donde se pudieron cubicar los ranes requeridos de la cuarta fila. Final en la unidad quedo un espacio de poco más de 90 cm x 2.54 m x 2.83 m, sin ocuparse.

Al realizarse los cálculos correspondientes para la determinación del TFR se obtuvo que la unidad tuvo un aprovechamiento del 81%

TIP+ DE UNIDAD CON MAZIN+ TFR	PORCENTAJE		T5			
	T5		16	2,54	2,83	TFR
T5	79%		13,055	2,42	2,502	
T5	38%		6,4	2,44	2,54	39,66464
T5	38%		6,4	2,44	2,54	39,66464
T5	13%		2,28	2,44	2,56	14,24179
T5	13%		2,28	2,44	2,56	93,57127
T5	13%		2,62	2,24	2,55	TFR 81%
F9	5%		1,14	2,35	2,4	
F9	5%		1,14	2,35	2,4	
F8	97%		14,859	2,438	2,592	

Tabla 15 Comparación de cálculo TFR usado en COMPAS contra propuesto.

Fuente: Elaboración propia con información de COMPAS SCM Inbound

Una vez que se definió la mejor forma de procesar los datos para un cubicaje y agrupación de ranes más confiable, los siguientes pasos fueron la selección de los requerimientos de ranes en los que la ocupación de espacio fuera cercana a la capacidad total de la unidad de transporte, ya fuera por un solo ran o por la agrupación de varios ranes.

PORCENTAJE DE OCUPACION DE RANES REQUERIDOS								TFR ACUMULADO			
T5	F8	F9	B5	M3 REQUER	PARTES QUE	UNIDAD CONT	T5	F8	F9	B5	
82%	109%	141%	112%	91,4907675	760	F9	82%	109%	141%	112%	
69%	86%	127%	86%	71,5177518	760	F9	69%	86%	127%	86%	
34%	65%	83%	39%	37,1856	765	F9	34%	65%	83%	39%	
34%	65%	83%	39%	37,1856	780	F9	69%	65%	83%	79%	
12%	17%	17%	15%	13,35168	795	F9	81%	82%	17%	94%	
12%	17%	17%	15%	13,35168	795	F9	94%	98%	35%	15%	
13%	10%	31%	15%	11,972352	800	F9	13%	10%	66%	30%	
6%	6%	6%	5%	4,50072	756	F8	19%	16%	72%	36%	
6%	6%	6%	5%	4,50072	756	F8	24%	22%	78%	41%	
							

Tabla 16 Calculo de TFR acumulado por el cálculo propuesto.

Fuente: Elaboración propia con información de COMPAS SCM Inbound

En la tabla de cálculos se agregó un apartado el cual presenta de forma acumulativa los TFR de un grupo de ranes, por ejemplo los de un proveedor en particular, los ubicados en un parque industrial en específico, etc. Este apartado se diseñó para realizar la suma de los requerimientos de los ranes, este diseño sumará todos los ranes hasta que el siguiente porcentaje de requerimiento, rebase el 100 % de la unidad; y vuelve a empezar con ese ran. Esto facilita la agrupación y cálculos para las MR por ejemplo, si se desea tener un mejor desempeño de este apartado es conveniente agrupar los ranes por secuencia de recolección, nivel de importancia etc.

Frecuencia de recolección.

En el diseño de rutas, la definición de la frecuencia de recolección es algo muy subjetivo debido a los factores que intervienen en este proceso, como lo son:

- Volumen de requerimiento diario.
- Tiempo tránsito
- Tipo de ruta
- Espacio disponible en planta para almacenaje.
- Tipo y número de unidades asignadas a la ruta.

La definición de la frecuencia de recolección para las rutas desarrolladas se consideraron los siguientes puntos:

- A. Para los proveedores lejanos y con tiempos tránsito mayores a 12 horas:
 1. Se revisó el volumen del requerimiento de los ranes, en las diferentes unidades previstas.
 2. Se identificó y seleccionó la unidad en la que el aprovechamiento permitiera el traslado del requerimiento de los ranes de dos días o más, y evitar que la recolección fuera cada 12 hrs, pues se habrían que tener que asignar dos unidades a las rutas que presentaran la misma situación.
 3. Se siguió este método para todo los tipos de rutas, Directas, MR, Consolidadas y Sinergias.
- B. La recolección diaria se consideró para:
 1. Principalmente para proveedores o ranes, con alto volumen de requerimiento diario, que requirieran más de una unidad para su traslado y con tiempo tránsito mayor a 24 hrs.
 2. Proveedores cercanos, con alto volumen diario y un tiempo tránsito menor a 8 horas,



Ilustración 9 Frecuencia de recolección.

Fuente: Elaboración propia con información de COMPAS SCM Inbound

A continuación se presenta la forma en que una ruta es establecida una vez que se cuenta con toda la información necesaria:

DIMENSIONES DE EMPAQUE					REQUERIMIENTO POR RANES	TIPO DE UNIDAD CON MÁXIMO TFR	PORCENTAJE DE OCUPACION DE RANES REQUERIDOS				HD REQUERIDOS PRONOSTICADOS	PARTES QUE SE RECIBIRAN	UNIDAD CON MÁXIMO APROVECHAMIENTO	TFR ACUMULADO			
LARGO	ANCHO	ALTO	M3 POR EMPAQUE	CAPACIDAD DE EMPAQUE			T5	F8	F9	B5				T5	F8	F9	B5
1,219	1,143	1,143	1,59256	1710	1	F8	6%	7%	3%	2%	1,592561331	1710	F8	6%	7%	3%	2%
1,2	1	0,4	0,48	21600	1	T5	6%	8%	1%	0%	0,48	21600	F8	11%	15%	3%	2%
1,2	1	0,4	0,48	21600	1	T5	6%	8%	1%	0%	0,48	21600	F8	17%	23%	4%	3%
1,2	1	0,4	0,48	21600	1	T5	6%	8%	1%	0%	0,48	21600	F8	23%	31%	5%	3%

Tabla 17 Ejemplo para definición de rutas.

Fuente: Elaboración propia

- A través de la tabla de cálculo que se desarrolló, se filtra por proveedor, ubicación, requerimiento etc.
- Para el ejemplo se filtro la información por proveedor: aquí se muestra que el requerimiento por ran es de 1, teniendo 4 ranes de este proveedor x, se muestra el espacio que ocupan cada uno de los ranes, y también en amarillo se muestra el TFR acumulado.
- Ahora supóngase que el proveedor está ubicado en ATLAJOMULCO, EM. a 800 KM de la planta y que el tiempo transito redondo es de 18 hrs. Estos 4 ranes son empleados diariamente en el ensamble como se representa en líneas punteadas.

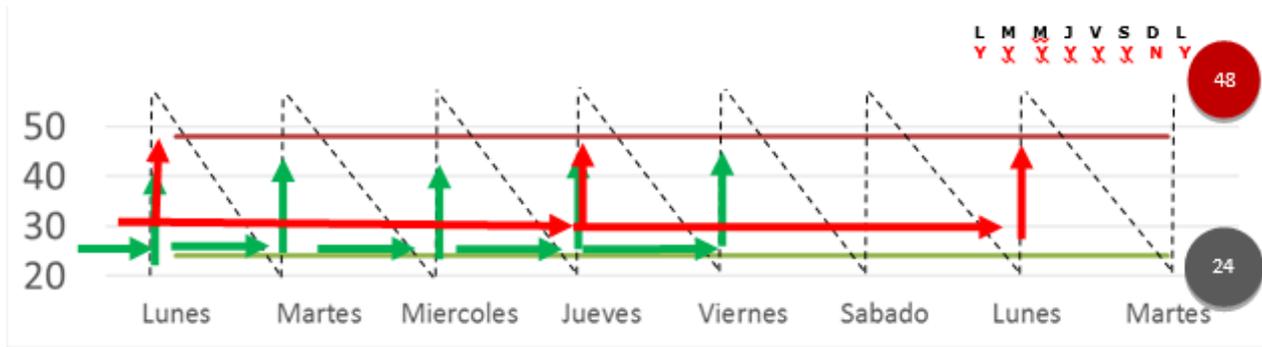


Ilustración 10 Frecuencias posibles de entrega.

Fuente: Elaboración propia

- Es preciso mencionar que la unidad F8 muestra el mayor aprovechamiento en el TFR acumulado, pero cabe mencionar que el F8 es un full y el TFR mostrado es solo de una de las cajas por lo que elegir un full para un porcentaje de TFR tan pequeño sería un desperdicio.
- Por ende la unidad que se ha elegido para la recolecta es un T5 con un 23% de aprovechamiento, el espacio disponible puede emplearse para generar un MR (en flechas verdes) que por el tiempo tránsito debería entregar aproximadamente con los ranes de otros proveedores cercanos, o puede realizarse la recolecta del requerimiento de los próximos 4 días (flechas rojas), lo que tendría que consultarse con control de inventarios para conocer si existe espacio disponible en el almacén.
- Entonces podremos tener alguna de las siguientes opciones como ruta:

MR	Ags-Atl	Entrega diaria	TFR dependiente del de otro proveedores.	Transito 18 hrs + el tiempo en cada step	800 km
Directa	Ags-Atl	Entrega cada 4 días	TFR de 92 %,	Transito 18 hrs	800 km

Tabla 18 Rutas posibles.

Fuente: Elaboración Propia

Resultados

Del desarrollo del proyecto se obtuvo lo siguiente:

Se logró desarrollar 51 rutas logísticas por las que se moverán a 91 proveedores y más de 1170 partes diferentes.

Las rutas resultantes del proyecto, se definieron de la siguiente forma:

Como se muestra en la grafica, el 35 % de los proveedores serán movidos en Milk Run, un 30 % fue destinado a moverse por circuitos directos, el 22 % fue seleccionado para sinergias, y solo un 12 % de los proveedores serán consolidados.

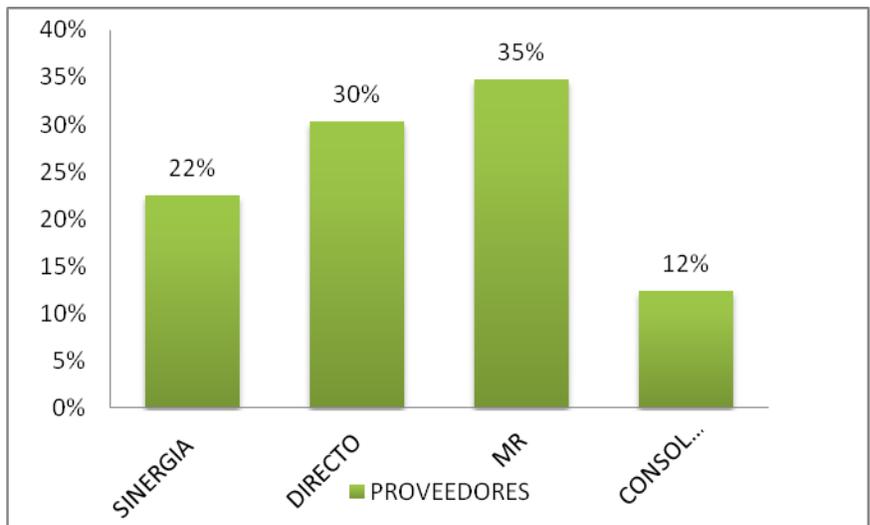
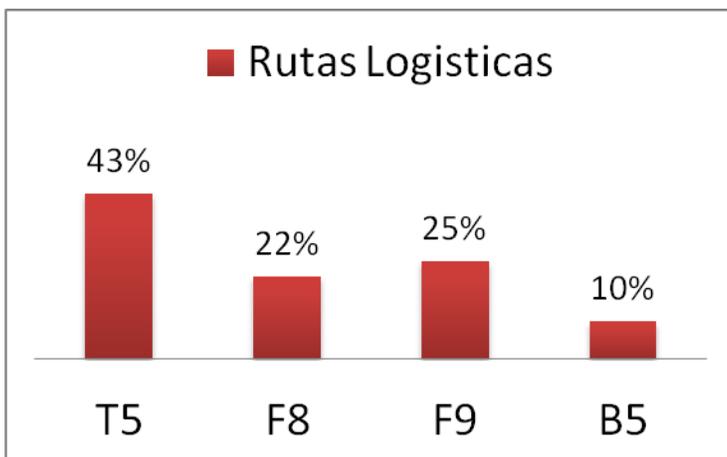


Ilustración 11 Porcentaje de tipos de rutas resultantes.
Fuente: Elaboración propia con información de COMPAS.

Las rutas resultantes, se moverán en los transportes previstos como sigue:



44 % del total de las rutas se moverán en camiones T5 (cajas secas de 53 pies) 21 % de las rutas se moverán en camiones F8 (Full (2 x 40 pies)), 25% se moverá en F9 (Full Cama Baja), y 10 % se moverá en B5 (Big Truck T2-S1-R2)

Ilustración 12 Porcentaje de empleo de unidades de transporte.

Fuente: Elaboración Propia con información de

Se desarrollo una serie de cálculos para la obtención más precisa de TFR ya que la formula que al momento se utilizaba, no consideraba el desperdicio de espacio entre los empaques y las paredes interiores de la unidad. Esta cálculo proporcionaba un cálculo incorrecto que al momento de cargar la unidad existía discrepancia entre lo previsto por lo que las unidades de transporte planeadas no eran suficientes y debía expeditarse en unidades pequeñas el material restante. Esta información se conoció posterior al termino del proyecto, quizá este cálculo sea una respuesta a tal problema. A pesar de esta rectificación de cálculo de TFR, del total de las unidades empleadas en todas las rutas se obtuvo un TFR promedio del 90 %, siendo el mayor aprovechamiento en comparación con otras plantas Nissan, especialmente Nissan Mexicana quien ocupaba el primer lugar en TFR con un 75.9 %

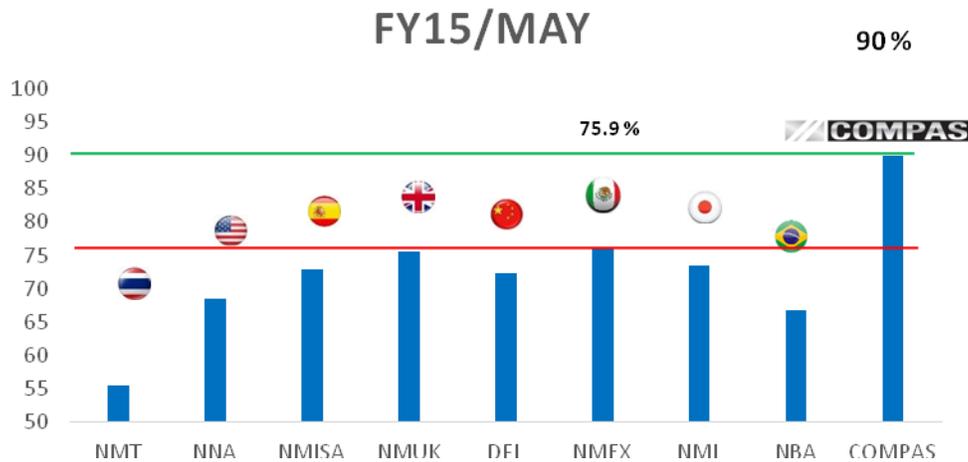


Ilustración 13 Promedio de TFR obtenido.
Fuente: Elaboración propia con información de COMPAS.

Conclusiones

As mentioned at the beginning, the operation of COMPAS will be based on Nissan Mexicana, and following this reduction in production costs, which NISSAN seeking collecting parts to own, it is objective logistics Inbound optimum use of the units hired transport. For what to consider factors such as the volume of daily requirement of parts, capacity and size of the packages that contain the parties during the transfer, the dimensions of the transport units, geographic location of suppliers, etc.

It is noted that optimum utilization of transport units available is reflected in the reduction of logistics costs, a well used unit represents the savings sought, instead a carrying mostly air, unit contributes to squandering plant.

For timely supply of plant and reduce production costs, the project was able to develop 51 logistics routes that will be collected in over 1170 different parts in more than 90 suppliers, distributed throughout the country. The formula that was developed to calculate more accurate TFR, and contribute to achieving the objective of the project could be of interest to those involved in issues rightsizing or engineering packaging for precision displacement that this calculation offers.

Unfortunately the issue of costs of hiring transport units was not taken and exploited because purposes of confidentiality of commercial agreements with carriers lines, but the optimum use as was mentioned is already, is a cost justification and can be a competitive advantage if carriers are selected with quality services and low costs.

Programa de actividades Cronograma de actividades

Actividades por Quincena (Ene-Jun 2016)	Ene 2a	Feb 1a	Feb 2a	Mar 1 ^a	Mar 2a	Abr 1a	Abr 2a	May 1a	May 2a
Curso de inducción a planta.									
Capacitación del área Inbound Logistics									
Análisis del flujo logístico para el abastecimiento e identificación de los puntos, factores y participantes que integran una ruta logística.									
Clasificación de información de proveedores de partes y su requerimiento diario. Y normas de empaque.									
Identificación de unidades de transporte a emplear en la operación de aprovisionamiento.									
Calculo de cubicaje y TFR en base a requerimiento diario de partes									
Desarrollo de rutas en base a volumen de requerimiento diario, TFR, ubicación y costo.									
Revisión y evaluación de rutas logísticas									
Aprobación de nuevas Rutas Logísticas									
Presentación de nuevas rutas.									

Referencias

Lluís Cuatrecasas Arbós (2012). **Organización de la producción y dirección de operaciones: Sistemas actuales de gestión eficiente y competitiva.** Ediciones Díaz de Santos, S.A.

Ronald H. Ballou (2004). **Logística: administración de la cadena de suministro.** Quinta Edición. PEARSON EDUCACIÓN.

Sunil Chopra y Peter Meindl (2008). **Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación.** Tercera edición PEARSON EDUCACIÓN.

Kalantari, J., 2009. **Foliated Transportation Networks, Exploring feasibility and potential.** Göteborg, Sweden: Chalmers University of Thechnology.

Piecyk, M., 2010. **Analysis of Long-term Freight Transport, Logistics and Related CO2 Trends on a Business-as-Usual Basis.** PhD Thesis. Heriot-Watt University.