

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

“CARACTERIZACIÓN TEÓRICA DE LA CADENA DE SUMINISTROS DE UNA OEM AUTOMOTRIZ: SISTEMAS”

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

Ing. Ana Rosa Encinas del Castillo

Director:

Dr. Francisco Octavio López Millán

Hermosillo Sonora, México

25 de noviembre de 2019





Instituto Tecnológico de Hermosillo

"2019, Año del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata"

SECCIÓN: DIV. EST. POS. E INV.
No. OFICIO: DEPI/202/19.
ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TESIS.

19 Agosto de 2019

**C. ANA ROSA ENCINAS DEL CASTILLO,
PRESENTE.**

Por este conducto, y en virtud de haber concluido la revisión del trabajo de tesis que lleva por nombre **"CARACTERIZACIÓN TEÓRICA DE LA CADENA DE SUMINISTROS DE UNA OEM AUTOMOTRIZ: SISTEMAS"**, que presenta para el examen de grado de la MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL, y habiéndola encontrado satisfactoria, nos permitimos comunicarle que se autoriza la impresión del mismo a efecto de que proceda el trámite de obtención de grado.

Deseándole éxito en su vida profesional, quedo de usted.

ATENTAMENTE

DR. FRANCISCO OCTAVIO LÓPEZ MILLAN
DIRECTOR

DR. ENRIQUE JAVIER DE LA VEGA BUSTILLOS
SECRETARIO

DR. GERARDO MEZA PARTIDA
VOCAL

M.C.O. ROSA IRENE SÁNCHEZ FERMÍN
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



S.E.P.

RISF/momv*

INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE HERMOSILLO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO



Agradecimientos

Dedico este proyecto a mis padres, Rosa y Manuel, quienes me han forjado en mi camino, me han acompañado y siempre me animan a continuar a pesar de los tropiezos, y a Dios quien me ha permitido continuar caminando por esta vida. También agradezco a la vida por tener la familia, amigos y compañeros con los que he compartido y sigo compartiendo mis alegrías, sin olvidar dar gracias a la institución a la que pertenezco y me ha dado la oportunidad de desarrollarme profesionalmente, y en especial a mi querido maestro de Tesis, Dr. Octavio López, por brindarme la oportunidad de participar en este interesante y retador proyecto, sus enseñanzas y vinculación me han dejado un enorme conocimiento, el cual pienso compartir con mis estudiantes.

Este logro es gracias a todos ustedes, he concluido con este proyecto, sin embargo, no es el final sino el inicio de más investigaciones en un futuro cercano; el ser humano nunca debe de dejar de sorprenderse y aprender.

Muchas gracias y que Dios los bendiga y cuide siempre.

RESUMEN

El reabastecimiento de los suministros dentro de la industria automotriz es clave para el desarrollo de su proceso productivo y logístico, debido al gran impacto que tiene en las empresas que participan en esta cadena automotriz. La comunicación entre empresas es fundamental para un óptimo abastecimiento de los suministros, esto permite una sincronía entre la llegada y el flujo de los suministros dentro de la línea de producción; sin suministros no es posible fabricar el automóvil.

Este proyecto describe teóricamente el desarrollo de la cadena de suministro de una OEM (fabricantes de equipos originales) automotriz, ubicada en la ciudad de Hermosillo, Sonora, ubicación geográfica primordial para el desarrollo de esta industria, desde el pedido de los suministros a las proveedoras de primer nivel (Tier1), pasando por todas las etapas de la cadena de suministros, hasta que llega al punto de uso de la línea de producción de la OEM. Esta descripción se ha llevado a cabo con la ayuda de cuestionarios y entrevistas realizadas a diferentes actores de la cadena de suministro, como ingenieros de producción, de materiales y de logística, tanto de la OEM como de las Tier1, además de recursos bibliográficos provenientes de fuentes logísticas, de la propia OEM, libros y revistas logísticas, también se han realizado visitas industriales guiadas necesarias para contrarrestar la teoría con la práctica. Debido a la complejidad de esta industria, este proyecto se ha limitado al flujo de los suministros desde las Tier1 (área de carga) hasta la OEM y de ahí a los puntos de uso. Este proyecto ha generado el diseño de un diagrama de flujo que describe el recorrido de los suministros dentro de la cadena automotriz, desde las proveedoras de primer nivel, hasta el cliente final, los puntos de uso de la OEM. Con este diagrama se ha podido caracterizar a los sistemas involucrados e integrados de esta cadena automotriz, incluyendo al transporte, y se ha podido comprobar la complejidad y exigencia de esta industria, donde las proveedoras y los logísticos son los actores que más complejidad y exigencia absorben.

Palabras Claves: Logística, cadena de suministro, sistemas, gestión de almacén, gestión de inventarios, transporte.

ABSTRACT

The replenishment of supplies within the automotive industry is key to the development of its production and logistics process, due to the great impact it has on companies involved in this automotive chain. Communication between companies is essential for optimal supply of supplies, this allows a synchronization between the arrival and flow of supplies within the production line; without supplies it is not possible to manufacture the car.

This project theoretically describes the development of the supply chain of an automotive OEM, located in the city of Hermosillo, Sonora, a prime geographical location for the development of this industry, from the order of supplies to first level suppliers (Tier1), going through all stages of the supply chain, until it reaches the point of use of OEM production lines. This description has been carried out with the help of questionnaires and interviews conducted with different actors in the supply chain, such as production, materials and logistics engineers, both from the OEM and the Tier1, as well as bibliographic resources from logistical sources, from the OEM itself, books and logistical journals, there have also been guided industrial tours necessary to counter the theory with practice. Due to the complexity of this industry, this project has limited the flow of supplies from Tier1 (cargo area) to the OEM and from there to points of use. This project has generated the design of a flowchart that describes the supply path within the automotive chain, from Tier1 to the end customer, OEM points of use. This diagram has been able to characterize the systems involved and integrated in this automotive chain, including transport, and it has been possible to check the complexity and demand of this industry, where suppliers and logistics are the most complex and demanding players.

Keywords: Logistics, supply chain, systems, warehouse management, inventory management, transportation.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.1.1. Antecedentes de la OEM automotriz en estudio.....	15
1.1.2. Filosofía de la OEM automotriz.....	15
1.1.3. Organigrama.....	16
1.2. Planteamiento del problema	16
1.3. Preguntas de investigación.....	17
1.4. Objetivos.....	18
1.4.1 Objetivo general:	18
1.4.2 Objetivos Específicos:.....	18
1.5. Justificación	18
1.6. Delimitaciones	19
CAPÍTULO 2. FUNDAMENTOS CONCEPTUALES Y MARCO TEÓRICO	21
2.1. México, país clave para el desarrollo de la industria automotriz.....	21
2.2. El sector manufacturero.....	23
2.2.1. Diferencias entre proceso de servicio y proceso manufacturero.....	24
2.2.2. La industria automotriz y de autopartes.....	25
2.3. Los sistemas productivos	27
2.4 El cambio de la forma de hacer las cosas	31
2.4.1. Antecedentes históricos de la producción y la industria.....	32
2.4.2. Filosofías de fabricación en la industria automotriz.....	34

2.5 Conceptos de producción en la industria automotriz	36
2.6 Logística y cadena de suministros.....	41
2.6.1. Breve descripción de una cadena de suministros automotriz.	42
2.6.2. Sistemas de información utilizados en la industria automotriz.....	44
2.6.3. El transporte en la cadena de suministros.	47
CAPÍTULO 3. MATERIALES Y MÉTODOS	48
3.1. Marco de investigación	48
3.2. Modelo de la investigación	48
3.3. Tipo de investigación	49
3.4. Métodos de recolección de datos	50
3.5. Análisis de los datos	58
CAPÍTULO 4. DESARROLLO	59
4.1. Cadena de suministros de la OEM en estudio.....	59
4.1.1. Flujo de materiales justo a tiempo y sus sistemas.	59
4.1.2. Medios de transporte en el abastecimiento de suministros JIT.....	69
4.1.3. Flujo de materiales que no son justo a tiempo.....	70
4.2. Porcentajes de suministros por localidad	74
4.2.1. Porcentajes de integración de las partes con respecto a su origen.	75
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
ANEXOS	80
Anexo 1: Figura representativa del flujo logístico de los materiales	80
BIBLIOGRAFÍA	81

Índice de Figuras

Figura 1.1. Actividades económicas del sector primario, secundario y terciario.....	3
Figura 1.2. Producción de vehículos de pasajeros por región, 2018	4
Figura 1.3. Indicadores de PIB, a nivel mundial, por países en donde se desarrolla la industria automotriz, 2017.....	5
Figura 1.4. Grandes mercados de vehículos ligeros a nivel mundial (millones de unidades 2018).....	6
Figura 1.5. Empresas con mayor participación de mercado (market share) a nivel mundial, 2018	6
Figura 1.6. Empresas de autopartes a nivel mundial y su posición en el top 100 del 2018.....	7
Figura 1.7. Indicadores de ventas de vehículos en México, comparativa entre el año 2018 y 2019.....	8
Figura 1.8. Indicadores de producción de vehículos en México, comparativa del año 2017 y 2018	8
Figura 1.9. Indicadores de empleo en la industria automotriz en México	10
Figura 1.10. Cadena de suministro de la industria automotriz.....	11
Figura 1.11. Cadena de suministro de Tier a OEM	14
Figura 1.12. Organigrama de la empresa.....	16
Figura 2.1. Principales puertos de México.....	22
Figura 2.2. Ubicación de aduana en México.....	2;Error! Marcador no definido.
Figura 2.3. Porcentaje de empleo por sectores productivos.....	2;Error! Marcador no definido.
Figura 2.4. Industria automotriz en México, ubicación geográfica	26
Figura 2.5. Sistema de producción	28

Figura 2.6. Matriz producto-proceso.....	29
Figura 2.7. Matriz producto-proceso, complejidad y personalización.	30
Figura 2.8. Objetivo de la personalización y la customización.....	30
Figura 2.9. Revoluciones industriales.....	34
Figura 2.10. Componentes del tiempo de entrega de producción	39
Figura 3.1. Fases del estudio de caso del proyecto de investigación.....	50
Figura 3.2. Diagrama de flujo del abastecimiento de los suministros de la OEM automotriz	52
Figura 3.3. Diagrama de flujo del abastecimiento de los suministros de las proveedoras Tier1.....	54
Figura 4.1. Flujo de suministros desde la proveedora hasta la OEM.	62
Figura 4.2. Primeros pasos del procedimiento de gestión de suministros en almacén. Áreas de competencia de los operadores logísticos.....	64
Figura 4.3. Forma de comunicación del sistema SMART, dentro de la OEM.....	65
Figura 4.4. a) Sistemas de surtido interno de suministros de la OEM, Sistema Call b) Ejemplificación del Kiteo de suministros en punto de uso	66
Figura 4.5. Sistemas de surtido interno de suministros de la OEM, Sistema Autocall.	67
Figura 4.6. Medios de transporte utilizados en el abastecimiento de suministros	70
Figura 4.7. Caja seca para tráiler, tráiler tipo cortina y camión.....	71
Figura 4.8. Mapa localización de proveedoras en México.....	72
Figura 4.9. Procedimiento de importación de mercancías.....	74
Figura 4.10. Proceso de montaje de un automóvil.	75
Figura 4.11. Mapa de proveeduría en porcentaje de partes suministradas.....	76

Índice de Tablas

Tabla 1.1. Datos globales 20184

Tabla 2.1. Diferencias entre procesos de servicio y de manufactura24

INTRODUCCIÓN

La presente investigación trata el tema del flujo de los suministros dentro de una cadena automotriz, que inicia desde el pedido que hace la ensambladora OEM a las proveedoras de primer nivel Tier1, hasta que estas entregan el pedido y finaliza con el abastecimiento de los suministros a los puntos de uso de la OEM automotriz.

Una cadena automotriz se caracteriza por tener varios actores, que son las proveedoras Tier1, los logísticos y transportistas, almacenes y la OEM, el actor principal es la ensambladora y todas las demás empresas giran en torno a ella, lo que significa que deben trabajar bajo los mismo esquemas de producción dictados por la OEM. La caracterización de esta cadena de suministros permite analizar a los sistemas utilizados en el abastecimiento de los suministros y que siguen el flujo del mismo, y determinar si estos sistemas están integrados con los utilizados por las Tier1, los logísticos y los transportistas, al mismo tiempo se analiza y describe el uso de cada uno de ellos.

Esta caracterización teórica de la cadena automotriz se realiza con la finalidad o el interés de entender y comprender la complejidad albergada en el proceso de abastecimiento de los suministros y sus actores principales, para con ello poder generar una diagrama que esquematice cada paso de esta compleja industria. Es importantes como académica el profundizar más en el tema automotriz, por los aportes de este a diferentes materias relacionadas con la gestión, planificación y producción, logística, en general temas la carrera ingeniería industrial, y como ingeniero industrial para actualizar mis conocimientos.

La investigación se desarrolló en el marco de un estudio de caso, con la realización de entrevistas y cuestionarios a ingenieros que laboran en la ensambladora y en las proveedoras Tier1, en el área de la producción, de los materiales y la logística interna y externa. También se hizo uso de vistas industriales

guiadas por los mismo ingenieros entrevistados y en las dos empresas, junto con revisión bibliográfica en libros, revistas, investigaciones sobre el tema en estudio, además de recursos proporcionados por la OEM en estudio. De estos instrumentos se obtuvo información relevante en cuanto al proceso que sigue el suministro, pero desde varios puntos de vista (producción, materiales y logística) y todos coinciden en lo importante que es el abastecimiento de los suministros en la cantidad, la forma y el tiempo necesario.

Los objetivos que busca esta investigación son analizar el flujo de los suministros desde su origen hasta su destino en los puntos de uso de la OEM automotriz, lo anterior mediante la determinación de los flujos de los suministros desde las proveedoras Tier1 y los flujos dentro de la OEM, identificando los niveles de inventario, los sistemas de abastecimiento internos y externos, los medios de transporte de estos suministros, así como las coberturas necesarias para satisfacer la demanda del cliente final (puntos de uso).

Este proyecto se distribuye en secciones temáticas que describen al tema de investigación: en el capítulo 1 se desarrolla el planteamiento de la investigación identificando los antecedentes de la industria, describiendo el problema, sus preguntas de investigación, los objetivos que se persiguen, así como la justificación y delimitación que presenta esta investigación. En el capítulo 2 se desarrollan conceptos teóricos referentes al tema de investigación, de forma que involucre y genere más interés en el lector. En el capítulo 3 se plasman las metodologías de investigación utilizadas para llevar a cabo las actividades de investigación, dictan un proceso o serie de pasos a seguir para realizar un análisis y descripción ordenada y detallada del tema en estudio. El capítulo 4 caracteriza a la cadena de suministro automotriz y describe el flujo de los suministros a través de esta, tanto para suministros de proveedoras justo a tiempo y de proveedoras que no lo son, además de su porcentaje de participación en el armado del automóvil. El último capítulo, el 5, se desarrollan conclusiones y recomendaciones personales en busca de la mejora de esta cadena automotriz.

CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes

Nuestro planeta cuenta con una amplia variedad de recursos naturales, recursos que se encuentran disponibles en la naturaleza y pueden ser aprovechados por el hombre. Las personas trabajamos para obtener, transformar o intercambiar los recursos naturales y utilizarlos en nuestro beneficio; para ello, realizamos actividades económicas que pueden pertenecer a los sectores primario, secundario o terciario. En el sector primario se realizan todas aquellas actividades donde los recursos naturales se aprovechan tal como se obtienen de la naturaleza, ya sea para alimento o para generar materias primas. El sector secundario se caracteriza por el uso de maquinaria y de procesos cada vez más automatizados para transformar las materias primas que se obtienen del sector primario. En el sector terciario se reciben los productos elaborados en el sector secundario para su venta (no produce los productos). En la Figura 1.1 se muestran las actividades que se realizan en cada sector económico (INEGI).

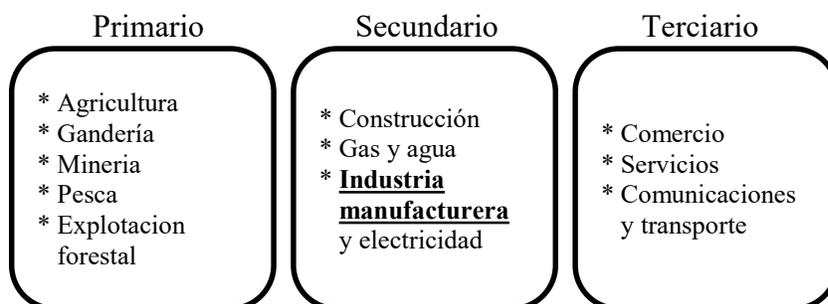


Figura 1.1. Actividades económicas del sector primario, secundario y terciario.
Fuente: Cuéntame... INEGI.

De las empresa que pertenecen al sector manufacturero, la industria automotriz es la que más aporta al Producto Interno Bruto mundial (que es el valor monetario de la producción de bienes y servicios finales de un país durante un año); según datos de

estadísticos de la empresa Statista (marzo 2019) y de la OICA (organización internacional de fabricantes de vehículos de motor) en el 2018, la industria automotriz, a nivel mundial, tuvo una cantidad de más de 78 millones de autos vendidos* (vehículos de pasajeros y camiones ligeros) y una producción total de autos de más de 71 millones de unidades (vehículos de pasajeros). Manufacturar esa cantidad de vehículos requiere del empleo de más de 8 millones de mano de obra directa (según datos OICA); hay mucho personal empleado en la industria automotriz y en empresas relacionadas a este sector. La Tabla 1.1 muestra las cifras de producción y ventas de autos a nivel mundial.

Tabla 1.1. Datos globales 2018

Ventas de vehículos	Unidades producidas
78'7000,000 autos*	71'003,338 autos

La industria automotriz es un sector clave para el desarrollo de la economía de muchos países, esto se demuestra con los datos estadísticos mencionados anteriormente y los datos estadísticos que se muestran en la Figura 1.2; esas cifras muestran un panorama de la importancia que tiene la industria automotriz en los países en donde se desarrolla.

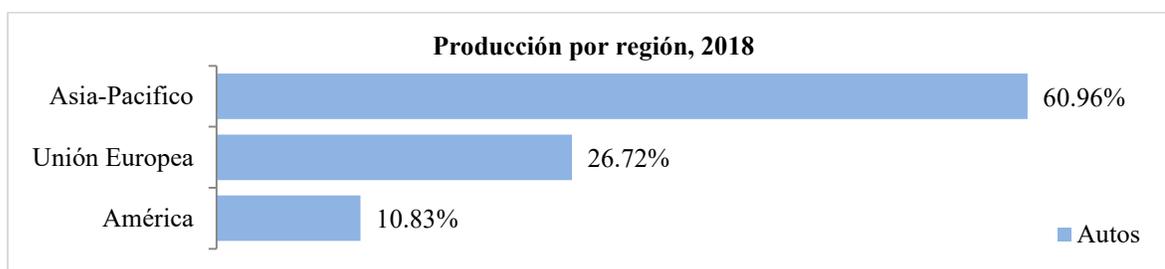


Figura 1.2. Producción de vehículos de pasajeros por región, 2018.
Fuente: OICA, 2018.

Los países en donde se desarrolla la industria automotriz, son aquellos que más aportan al producto interno bruto mundial (PIB), esto se puede demostrar al observar

la Figura 1.3; cada segmento representa un listado de países en donde se desarrolla la industria automotriz.

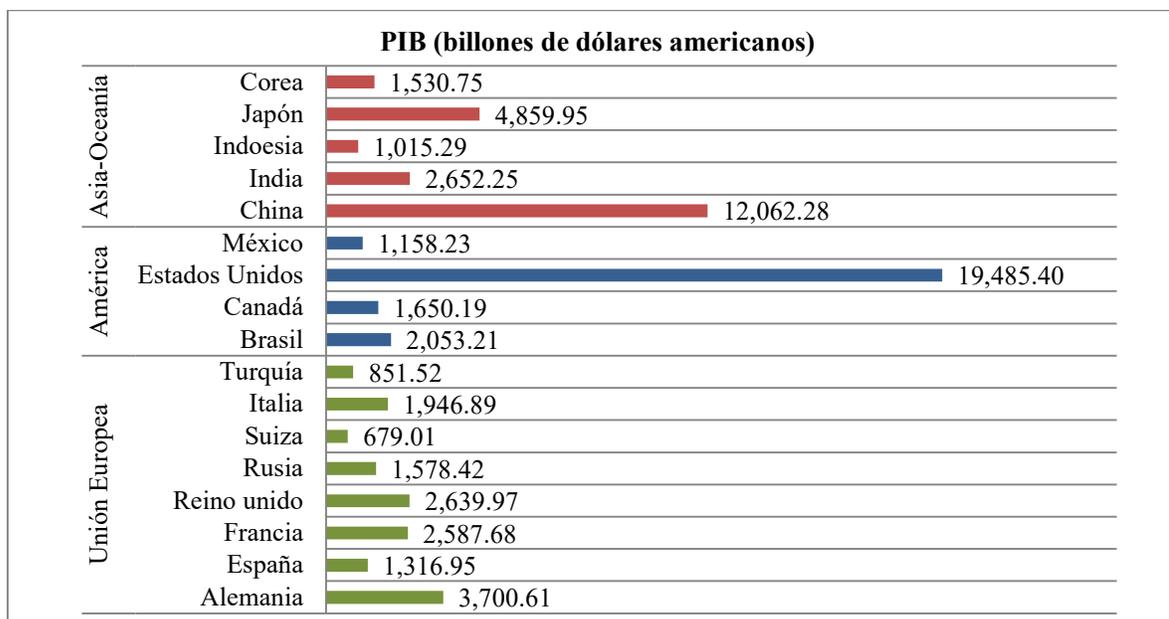


Figura 1.3. Indicadores de PIB, a nivel mundial, por países en donde se desarrolla la industria automotriz, 2017

Fuente: elaboración propia con datos del sitio web Statista.com (GDP ranking by country 2017)

Globalmente, México, aporta 1.9% del Producto Interno Bruto mundial, y por segmento “América” aporta el 4.8%; siendo Estados Unidos y China los países líderes en la aportación al PIB mundial, con un 31.6% y 19.5% respectivamente, seguidos por Japón, Alemania, India, Reino Unido, Francia, Brasil, Italia, Canadá, Rusia, Corea, España, México, Indonesia, Turquía y Suiza; en el año 2017. La Figura 1.3, indica que Estados Unidos y China son los países líderes en las aportaciones al PIB global; en lo que respecta a la industria automotriz, estos dos países son líderes en producción y en ventas de autos en el año 2018 (ver Figura 1.4).

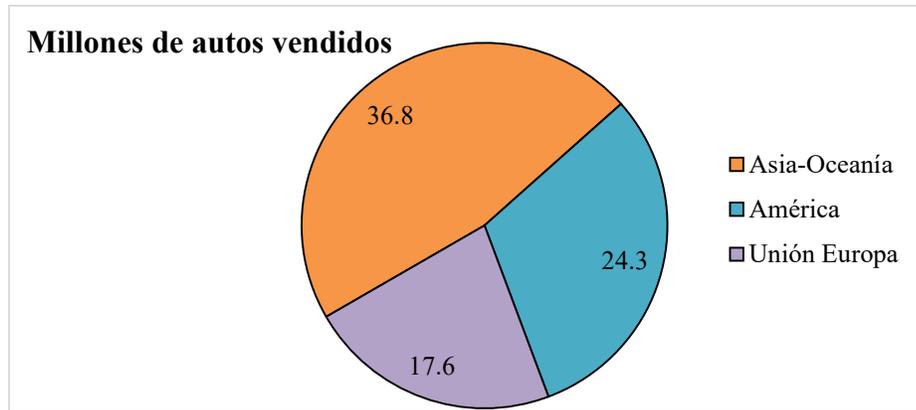


Figura 1.4. Grandes mercados de vehículos ligeros a nivel mundial (millones de unidades 2018)

Fuente: elaboración propia con datos del sitio web Statista.com (Global cars sales 2000-2019)

En la Figura 1.5 se muestran las empresas ensambladores (conocidas como OEM: *Original Equipment Manufacturer*) líderes en el mundo por tener el mayor número de ventas de vehículos hasta el año 2018, entre esas empresas destacan: VW (Volkswagen), Toyota, Renault-Nissan, GM (General Motors), Hyundai-Kia, Ford, Honda, entre otras.

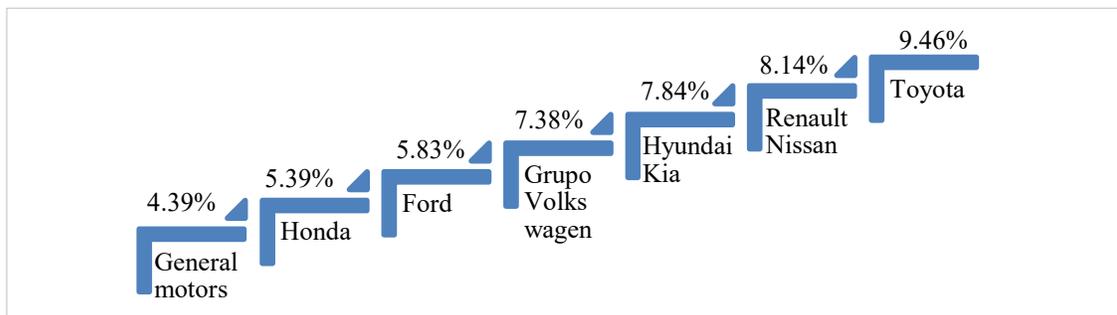


Figura 1.5. Empresas con mayor participación de mercado (market share) a nivel mundial, 2018
Fuente: elaboración propia con datos del sitio web Statista.com (Global cars market 2018)

La industria automotriz está integrada tanto por las industrias terminales (OEM) como por las de autopartes (también conocidas como Tier). Las empresas de autopartes contribuyen al desarrollo de la industria automotriz globalmente, dentro

del top 100 global de ventas de autopartes del 2018 se destacan algunas proveedoras ubicadas en el parque de proveedoras de la OEM en estudio) lo anterior en relación con su aportación en las ventas globales de partes en millones de dólares, ver figura 1.6, también se muestra la posición que ocupan dentro de este top 100.



Figura 1.6. Empresas de autopartes a nivel mundial y su posición en el top 100 del 2018.
Fuente: elaboración propia con datos de Automotive news, junio 2018.

México es uno de los principales países de proveeduría de autopartes automotrices a Estados Unidos, y destino mundial importante para la inversión en el sector automotriz en el presente y futuro inmediato, hacia el año 2020 (Hirata, 2013). También es el país número 15 de las economías mundiales, en la industria automotriz ocupa el 7mo lugar como productor de vehículos y en exportaciones de vehículos ocupa el 4to lugar, la industria automotriz representa el 2.9% del PIB de México y el 18.3% de su PIB manufacturero (Diálogos con la industria automotriz 2018-2024).

En cifras, según datos de Expansión y Motorpasión, en el año 2018, México tuvo una cantidad de 1'421,458 vehículos vendidos, sin embargo, al comparar esas cifras

en el mismo periodo, pero del año 2017 se puede observar una reducción del 7.11% en las ventas de vehículos (observar Figura 1.7).



Figura 1.7. Indicadores de ventas de vehículos en México, comparativa entre el año 2018 y 2019.
Fuente: elaboración propia con datos del sitio web amia.com.mx (ventas al público 2018 vs 2019)

En relación con las cifras de producción, México tuvo una producción total de vehículos de 3'908,139 unidades en el años 2018; en el año 2017 la producción total de vehículos fue de 4'068,415 unidades (según Datosmacro.com). En este caso las cifras de producción de un año al otro decayeron un 3.94%. (ver figura 1.8)

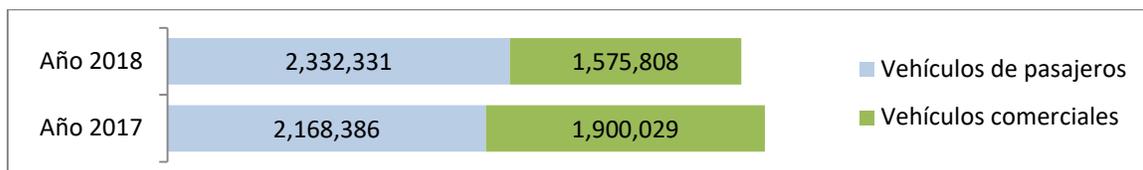


Figura 1.8. Indicadores de producción de vehículos en México, comparativa del año 2017 y 2018
Fuente: elaboración propia con datos del sitio Datosmacro.com

Según Eduardo Solís (presidente ejecutivo de AMIA) y Guillermo Prieto (presidente ejecutivo de AMDA), en el año 2020 México espera generar una producción de más de 5 millones de vehículos y tener ventas de 2 millones de unidades. Sin embargo, la producción de México depende fuertemente del comportamiento de los mercados de Estados Unidos y Canadá, junto con los precios del petróleo. De acuerdo a encuestas realizadas por *México Automotive Review* 2017, a 184 ejecutivos de la industria nacional, la incertidumbre sigue siendo el factor principal que obstaculiza la competitividad de las empresas; sin embargo, existe una visión positiva de crecimiento, ya que de acuerdo a la firma Fitch Ratings en su

última revisión de la perspectiva de México, ha premiado a México con la marca BBB+, lo que significa que de una perspectiva “negativa” ha crecido a una perspectiva “estable”. La Firma declara que el riesgo de un escenario negativo que pueda afectar la competitividad de México en cuanto a exportaciones, se reduce, gracias a que Estados Unidos ha cambiado su posición en cuanto a la renegociación de NAFTA (*North American Free Trade Agreement* o Tratado de libre comercio de América del Norte).

La industria automotriz en México comprende 20 empresas productoras de vehículos ligeros y 11 empresas productoras de vehículos pesados o comerciales en operación, distribuidas a través de todo el territorio mexicano (12 entidades federativas), comenzando con el Norte de Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Aguascalientes, San Luis Potosí, Guanajuato, Jalisco, Morelos, Estado de México, Puebla, Querétaro. (Diálogos de la industria automotriz 2018-2014)

Guanajuato es el estado que tiene 5 plantas ensambladoras (*General Motors, Honda, Mazda, Toyota y Hino Motors*) y empresas ensambladoras (*Volkswagen y General motors*) instaladas en el territorio mexicano. Solamente en este estado, se generan oportunidades de empleo a más de 17,000 personas (todo el clúster produce más de 59,000 empleos). También junto con varias plantas proveedoras complementan una fuerte cadena productiva consolidada e integrada. Guanajuato conforma el más grande e importante clúster automotriz en México.

Se espera que para el año 2019 se instalen 3 plantas de vehículos ligeros en el territorio mexicano, gracias a las alianzas de *Renault-Nissan* y *Daimler* se construye un proyecto en Aguascalientes, planeando producir los modelos *INFINITI* y *Mercedes-Benz*. Se espera comience la producción de *BMW's Venture* en San Luis Potosí. Para el año 2020, *Toyota* planea establecer su planta en Guanajuato, enfocándose en la producción de modelos pickup.

La industria automotriz en México es una gran generadora de empleos, son 1.9 millones de personas laborando en empresas que conforma a la industria automotriz, distribuidas en todo el territorio mexicano. (Según información del suplemento de diálogos de la industria automotriz y datos de INEGI). Se destaca que solo en la industria de autopartes y de fabricantes de vehículos se generan 898,000 empleos.

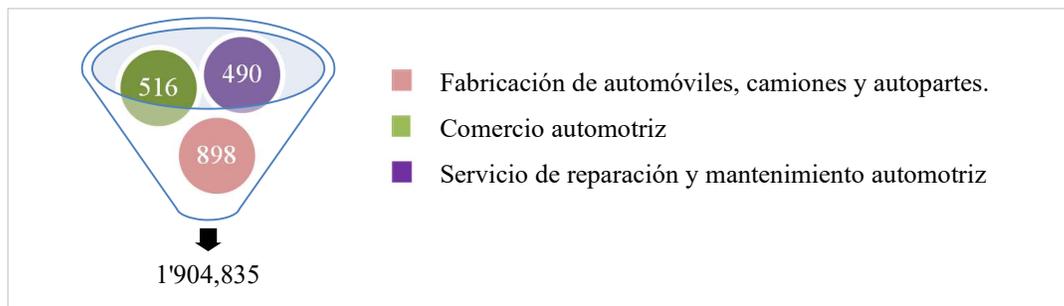


Figura 1.9. Indicadores de empleo en la industria automotriz en México, 2017

Fuente: elaboración propia con datos de Diálogos de la industria automotriz e INEGI.

En general, durante todo el proceso de fabricación de un vehículo, los proveedores, en todos sus niveles, participan de manera activa, siendo especialmente importante su implicación en la fase de montaje o ensamble final. Estos proveedores forman parte de la OEM (*original equipment manufacturer*, fabricante de equipos originales) automotriz, que es una industria piramidal, donde los proveedores de mayor tamaño son conocidos en el sector como proveedores de primer nivel o Tier1 (*Tier* significa nivel), quienes suministran directamente a las fábricas de automóviles y compran a otros proveedores conocidos como de segundo nivel o Tier2, de tercer nivel o Tier3, etcétera (Revista ICE, 2009). Los proveedores se clasifican en función de su distancia con la OEM automotriz (ver Figura 1.10) quien es responsable de poner el automóvil en el mercado. Dentro de cada organización o empresa, la cadena de suministros debe incluir todas las funciones o actividades directa o indirectamente involucradas en la satisfacción de la petición del cliente, lo anterior incluye no solo a la OEM y Tier, sino también a los transportistas, almacenistas, vendedores (menudeo) e incluso a los clientes. Al analizar la Figura

1.10, se puede observar que no existe una retroalimentación entre estas empresas, es decir, por ejemplo, la Tier2 y Tier3 solo están comunicadas, pero la Tier1 y Tier3 no tienen ninguna rama de comunicación entre sí, y así sucesivamente; en pocas palabras, la OEM tiene poco vínculo con las Tier2, Tier3, Tier4, etc., es probable que la OEM desconozca la forma en que dichas empresas gestionan las partes del auto que ensambla. Por lo anterior, cada empresa, OEM y proveedora, tiene una forma particular de identificar cada parte del auto que a ellos les toca producir, se puede decir que cada empresa tiene poco o nulo conocimiento sobre la gestión de la cadena de suministro de la otra.

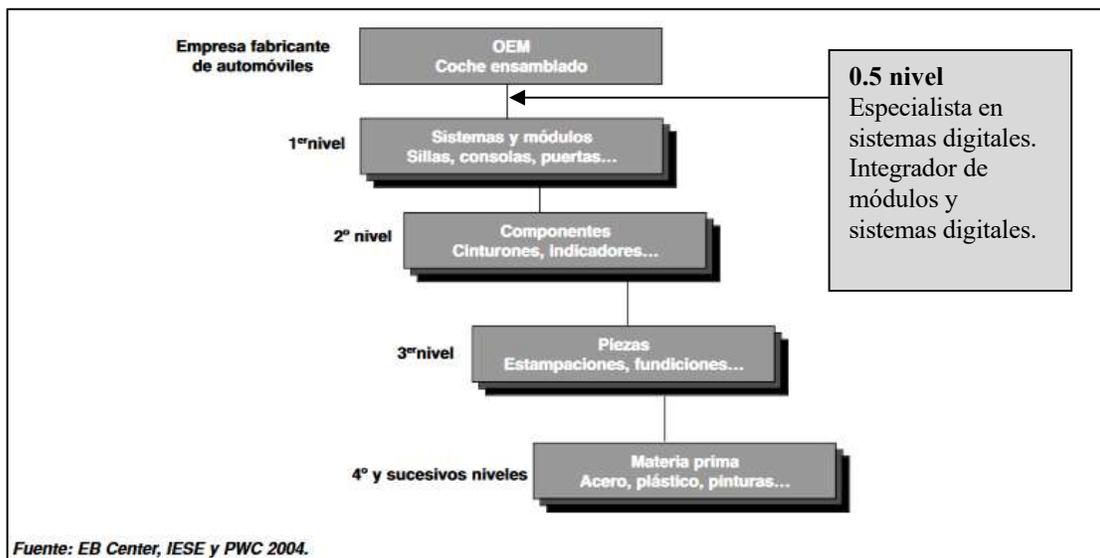


Figura 1.10. Cadena de suministro de la industria automotriz. Estructura vertical.
Fuente: EB Center, IESE y PWC 2004. Lešková 2012.

La industria automotriz tiene reglas que son muy diferentes a las de muchas otras industrias, en cuanto al diseño, manufactura y consumo; por lo anterior es importante entender las diferentes características que existen entre la OEM y sus proveedores (Tier), para poder integrar su cadena básica y sus procesos. Una buena gestión de la cadena de suministros, para que sea más integrada, necesita tener una eficiente interacción y colaboración entre la OEM y sus proveedores, una colaboración exitosa

entre estos es de crucial importancia. Deben definir un modelo que les ayude a alcanzar metas compartidas, y con este modelo puedan obtener una eficiente coordinación en la capacidad de producción y una mejor respuesta ante una demanda fluctuante (Foster, 2013), lo anterior no solo es aplicable entre la OEM y las Tier, sino también entre Tier. Entonces es conveniente que cada empresa proveedora y OEM, recabe información pertinente sobre la manera en que cada una de ellas integra su cadena de suministro; primero se comenzaría bosquejando su flujo de información y suministros entre las Tier del nivel bajo, después esa información se pasa a las Tier de niveles medios y así sucesivamente hasta llegar a la Tier1 y de esta a la OEM. Este flujo generaría un gran valor para cada empresa que conforma el ambiente de la OEM automotriz en estudio.

Muchos autores consideran como una fuente de incertidumbre dentro de la cadena de suministros a la logística. Lo anterior se da más entre la OEM automotriz y sus proveedores; donde la cadena de suministro es sumamente compleja, controlada y altamente exigente. Al respecto, Ettlíe y Reza (1992), Li y Lin (2006), Van der Vost (2000), mencionan que “Las relaciones, más o menos previsible, de la OEM con sus clientes y/o proveedores, con la tecnología y los procesos empleados en la cadena de valor, son las fuentes de incertidumbre mayormente presentadas en las empresas proveedoras o Tier, donde estos tipos de incertidumbres generan fluctuaciones con respecto a la cantidad, a la calidad y a la temporalidad del flujo de productos y de información” (Citado en Yanes-Estévez, 2013); y todo lo anterior repercute directamente al cliente final de cada empresa OEM y Tier.

Durante el año 2018, se han fabricado aproximadamente más de 71 millones de autos en el mundo, según estadísticas de la OICA; cada vehículo requiere de aproximadamente de 60,000 componentes (Vujica, Polajnar & Kostanjevec, 2008), sin embargo, este número de varía cada año debido a la modernización y uso de nueva tecnología en el automóvil, aproximadamente fluctúa entre 70,000 a 90,000 componentes. En el área de ensamble final de un auto en la OEM, se utilizan aproximadamente 4970 componentes, los cuales se combinan para formar 60,000

opciones de auto; por ejemplo: suponga que existen 3 categorías de configuración (motor, exterior e interior) y dentro de cada categoría hay más opciones (híbrido y eléctrico, rines cromados y clásicos, cuatro colores, vestiduras de piel y vinil, acabados en roble, caoba y nogal) obtendrá como resultado 144 autos diferentes, con solo 13 opciones, ahora imagine lo mismo pero con 60,000 opciones; lo anterior es llamado complejidad y es absorbida por los proveedores, gracias a los conceptos JIS (*just in sequence*, solo en secuencia), JIT (*just in time*, justo a tiempo) y modularidad. Lo anterior implica que los proveedores se encarguen de la producción y diseño de los módulos de los componentes que se ensamblan en el automóvil, los cuales deben ser entregados en el tiempo y en la secuencia pedida por la OEM.

Una buena gestión de la cadena de suministro está estrechamente relacionada al uso adecuado del transporte y al flujo de información, ya que rara vez los productos o partes se fabrican y consumen en un mismo lugar; por ello el movimiento del producto o partes de un lugar a otro durante el flujo o camino que siguen desde el inicio de la cadena hasta que llega al cliente, genera costos y desperdicios. Sabemos que la reducción de desperdicios es una meta fundamental en toda OEM automotriz, puesto que la reducción y eliminación de desperdicios conduce a maximizar ventajas competitivas dentro de la empresa (Cabrera, 2013). El VSM (*value stream mapping* o mapeo de la cadena de valor es una herramienta que permite identificar todos los tipos de residuos en la cadena de valor y tomar medidas para tratar de eliminarlos; a la empresa Toyota se le atribuye el origen del uso del VSM, al cual denomino como “mapeo del flujo de material e información”. Taiichi Ohno y Shingeo Shingo, (en la empresa Toyota) en los años 80, nos dicen que para lograr una ventaja competitiva es necesario orientar esfuerzos hacia una mayor productividad, reduciendo los desperdicios y empleando mejor los pocos recursos disponibles con que se cuenta en todas las empresas (Cabrera, 2013).

Durante el primer trimestre del año 2016, en la OEM automotriz en estudio, se ha estado realizando un análisis de la cadena de suministros, por parte de un equipo de investigadores de la misma empresa, en dicho estudio se analiza, de manera

exploratoria, la gestión o administración de las cadenas de suministro (*Supply Chain Management*), entendida esta como la administración de la calidad específicamente orientada a los procesos clave de la relación cliente-proveedor (ver Figura 1.11); de dicha gestión depende que las empresas proveedoras de primer, segundo y tercer nivel de la industria automotriz, garanticen el ofrecer a su cliente, calidad, continuidad, flexibilidad y cumplimiento en el abastecimiento de los componentes automotrices, lo cual puede contribuir al aumento de la competitividad o a ocasionar perjuicios en su operación y desempeño (Rodríguez & Ornales, 2008). Se realiza un análisis de la eficiencia de los medios de transporte y sistemas utilizados en el flujo de los suministros internos y externos y, como se ve afectada por las inversiones en equipo, las decisiones operativas, la infraestructura disponible y las políticas del transporte y de inventarios (Chopra, 2013), todo lo anterior dentro de las empresas proveedoras de primer nivel que forman parte de la cadena de suministro de la OEM automotriz en estudio. Dentro de la logística y cadena de suministro, el transporte es uno de los elementos más importantes, puesto que el movimiento de las partes y/o suministros absorbe entre uno y dos tercios de los costos totales de logística (Guzmán, Ramírez, Rosas & Bednarek, 2014), además de la optimización de los flujos de información entre las empresas proveedoras y la OEM.

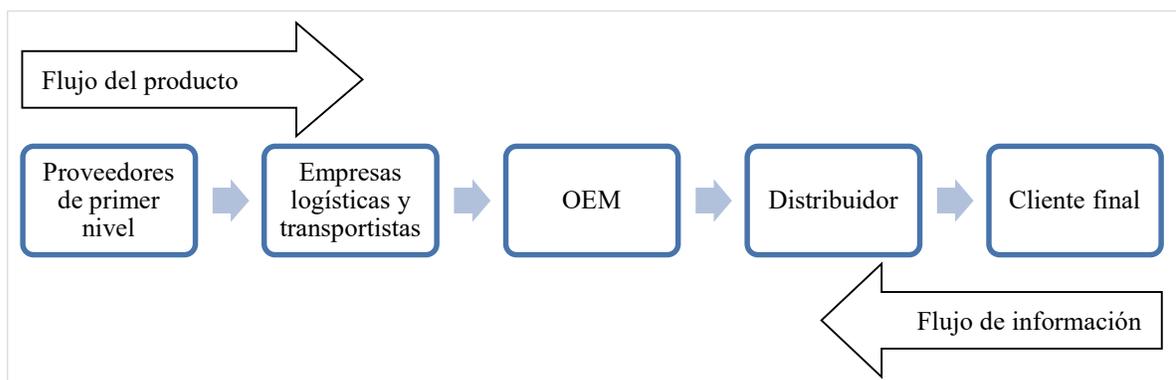


Figura 1.11. Cadena de suministro de Tier a OEM.

Fuente: Elaboración propia.

1.1.1. Antecedentes de la OEM automotriz en estudio.

La OEM automotriz en estudio tiene ya más de 92 años en México, comenzando sus actividades en la ciudad de México, con la primera armadora de estampado y ensamble en 1964, fabricando en ella solo un modelo de auto. Continúa su crecimiento con la planta de estampado y ensamble en 1986, en la ciudad de Hermosillo, fabricando cuatro modelos de autos a gasolina y autos híbridos. Cuenta con plantas en Chihuahua, estas para fabricar motores, esto desde el año 1983 y 2009; además se cuenta con una nueva planta de motores, la tercera, en esta misma ciudad, la cual ya se encuentra en operaciones.

Hasta el año 2017, la OEM automotriz tiene una “familia”, así es como reconoce a sus empleados, de 8800 empleados en México, teniendo una plantilla de 140 distribuidores de autos en el país. Ha establecido en el país un centro de ingeniería que trabaja en el desarrollo de productos globalizados, integrados por más de 1400 ingenieros (Sitio web de OEM en estudio, 2017), esto debido que es una empresa comprometida con la calidad, la seguridad, el medio ambiente y la innovación.

En este momento la empresa en estudio tiene una jornada laboral de 2 turnos de trabajo, que comprenden un horario conjunto desde las 6 a.m. hasta las 12 a.m.

1.1.2. Filosofía de la OEM automotriz.

- Visión: convertirnos en la empresa líder de productos y soluciones de automoción.
- Misión: formamos una familia con diversidad global, con un legado orgulloso, comprometida apasionadamente en proporcionar productos y servicios de primera calidad.
- Valores: hacemos lo correcto para nuestra gente, nuestro entorno y nuestra sociedad, pero sobre todo para nuestros clientes.

1.1.3. Organigrama.

La empresa está organizada de acuerdo a la figura 1.11, donde se presenta el organigrama general de la misma, esta información es de 2011, por lo que la jerarquía puede haber cambiado.

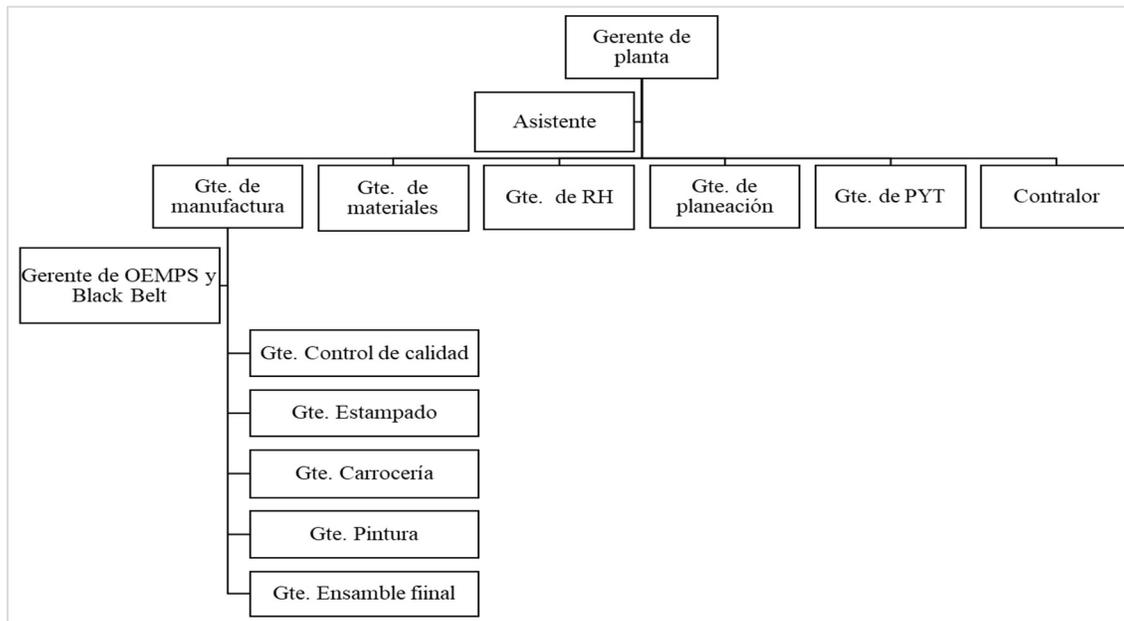


Figura 1.12. Organigrama de la empresa.

Fuente: Elaboración propia con datos de la OEM en estudio.

1.2. Planteamiento del problema

Se desea realizar un estudio y análisis exploratorio de las implicaciones de mover los suministros que provienen de proveedoras que se encuentran fuera y dentro del campus de la OEM automotriz, desde que llegan al país y se traslada a la OEM y de ahí a las respectivas estaciones de trabajo del área de ensamble final de dicha OEM; integrando también a la investigación, la logística de transporte de materiales y los suministros clave (asientos y tablero) que provienen de las diferentes proveedoras que forman parte de la cadena de suministro, esto es de la proveedora principal o *Tier1* hacia la OEM en estudio. Constituye un primer esfuerzo de caracterizar un modelo de la cadena de suministros, no es un estudio muy exhaustivo más bien un

acercamiento, el cual se irá profundizando y extendiendo con el paso de los años, con las aportaciones de nuevos investigadores.

Para lo anterior, es necesario crear un modelo que ejemplifique la magnitud de las actividades de logística de transporte dentro y fuera de la OEM automotriz y las de sus respectivas proveedoras Tier1.

1.3. Preguntas de investigación

También es necesario responder a las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son las características físicas de los suministros?
- ¿En dónde se encuentran localizadas las empresas proveedoras y su relación tiempo-distancia?
- ¿Cuándo un suministro es considerado JIT?
- ¿Cuál es el VSM actual de la OEM automotriz?
- ¿Cuál es la ruta o el flujo que siguen los suministros dentro y fuera de la cadena de valor de la OEM automotriz en estudio?
- ¿Cuál es el sistema logístico de los suministros utilizado por la OEM automotriz en estudio?
- ¿Cuál es el sistema logístico de los suministros utilizado por los proveedores (*Tier*) de primer?
- ¿Cuáles son los medios de transporte utilizados en el movimiento de los suministros fuera y dentro de la OEM y las Tier?
- ¿De qué forma están integrados (sistemas) los proveedores (*Tier*) entre sí y estos con la OEM automotriz?
- ¿Cómo se realiza el abastecimiento de los suministros a puntos de uso?
- ¿De qué forma se gestionan los inventarios en puntos de uso y en zona cero de la OEM?

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo general:

Analizar el flujo de los suministros desde de que llegan al país hasta que se colocan en cada punto de uso de la línea de ensamble de la OEM automotriz en estudio.

1.4.2 Objetivos Específicos:

- Determinar el flujo de transporte de los suministros desde su origen de suministro (Tier1) hasta su destino final dentro de la OEM automotriz.
- Determinar el flujo de transporte de los suministros de la Tier1, desde su origen (área de carga) hasta su destino final, empresa OEM.
- Identificar los niveles de inventario en puntos de uso.
- Especificar y describir los sistemas de información internos y externos utilizados en el abastecimiento de los suministros desde las Tier1 hasta la OEM.
- Analizar y conocer los sistemas de transporte que manejan las proveedoras que forman parte de la cadena de suministros de la OEM automotriz, en específico de las proveedoras de primer nivel. (volumen, almacenado, complejidad).
- Analizar y determinar los niveles de cobertura solicitados por la OEM a sus proveedoras de primer nivel.

1.5. Justificación

Tener el conocimiento del flujo de los suministros llevará consigo a un mejor control y gestión de los mismos, y además de la producción. Particularmente en la parte de transporte o flujo de los suministros entre proveedoras de primer y segundo nivel, que se encuentran fuera y dentro del campus de la OEM, que es el área de estudio en la cual se enfocará esta investigación. Esta investigación, es debido a que el transporte de los suministros dentro de esta OEM es de suma importancia, ya que sin la disponibilidad de estos suministros no será posible el ensamble y fabricación de los autos, y si no hay fabricación de autos la OEM no podrá satisfacer a sus

clientes ni cumplir con sus objetivos a corto, mediano y largo plazo. El transporte es una parte de la logística que aporta gran valor al proceso, esto desde mi particular punto de vista, lo que sigue es realizar estudios que avalen mi afirmación, lo que se logrará mediante el mapeo de las rutas que siguen los suministros y el valor que agregan a los productos finales que fabrica la OEM automotriz.

Cabe recalcar que esta investigación es solo un estudio exploratorio, es decir se desea dejar un precedente para futuros estudios, contribuirá a generar una base para entender mejor como se desarrollan los flujos de los suministros desde su origen hasta su destino final, que son los puntos de uso de la OEM automotriz en estudio. Así mismo los resultados ayudarán a crear una conciencia sobre la relevancia del rastreo de los suministros y con ello poder resolver problemas relacionados con su flujo dentro y fuera de la empresa, además de conocer los actores involucrados en la llegada, distribución interna y salida de los suministros.

La ventaja como investigador, es que la OEM automotriz ya tiene un avance en el tema de investigación, por tanto, no se parte de cero, existe un precedente con el cual se ha decidido continuar, con el fin de ampliar el conocimiento aún más sobre el flujo de los suministros dentro y fuera de la OEM.

1.6. Delimitaciones

Los estudios exploratorios son como realizar un viaje a un sitio desconocido, del cual no hemos visto ningún documental ni leído ningún libro, sino que simplemente alguien nos hizo un breve comentario. Debido a que el problema de investigación es poco estudiado, la revisión de la literatura revelará que sólo hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio (Sampieri, 2014). A pesar de dicha limitación, los estudios exploratorios nos ayudan a revelar y obtener información que nos ayuda a tomar decisiones; hasta este momento ese será el alcance de la investigación, pero es posible que al comenzar con el desarrollo de la investigación el alcance sea diferente al que planteamos de inicio, por ejemplo,

que el estudio exploratorio se vuelva talvez correlacional. En este proyecto se incluye, el flujo de los suministros que su origen son las proveedoras de primer nivel y su destino la OEM; ese será el alcance del tema de esta investigación dentro y fuera de la OEM automotriz en estudio. Cabe destacar que la aplicabilidad de este estudio es por el momento solo para la industria automotriz del estado de Sonora.

Para llevar a cabo este estudio es conveniente contar con recursos suficientes que ayuden a solventar diversos obstáculos que puedan impedir el desarrollo del estudio. Además, considero que la falta de experiencia laboral en el ramo automotriz puede limitar algunas acciones dentro de la OEM en estudio y sus proveedoras. Es necesario que se cuenten con recursos económicos necesarios para los traslados, investigaciones de campo, transporte, entre otros factores que se deben contemplar para el desarrollo óptimo de la investigación, junto con lo anterior, se necesitan permisos y accesibilidad a la OEM automotriz y sus respectivas proveedoras. Además, la investigación se debe realizar dentro de los dos años previstos para la conclusión de la maestría en ingeniería industrial (año 2018), dentro de ese periodo se pretende terminar con el proyecto y concluirlo con la presentación de una tesis de investigación; por lo anterior es necesario tener bien establecidas la fechas para la realización de cada actividad, en caso contrario causaría el retraso del proyecto.

CAPÍTULO 2. FUNDAMENTOS CONCEPTUALES Y MARCO TEÓRICO

2.1. México, país clave para el desarrollo de la industria automotriz

En la encuesta intercensal 2015, realizada por el INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) se contaron 119 millones 530 mil 753 habitantes en México. México se coloca como la onceava economía a nivel mundial, en América Latina es la economía número dos, de acuerdo al Fondo Monetario Internacional.

Es el país con mayores acuerdos de apertura comercial (ha acumulado hasta la fecha 10 tratados de libre comercio con 45 países, 30 acuerdos para la promoción y protección recíproca de las Inversiones y 9 acuerdos de comercio como acuerdos de complementación económica y acuerdos de alcance parcial) lo que le ha permitido diversificar sus exportaciones, donde la industria automotriz representa un sector clave (Revista Forbes México, 2014).

A nivel internacional, México, juega un papel estratégico por su localización y conectividad: colinda al norte con Estados Unidos y al sur con Guatemala y Belice. También cuenta con dos líneas costeras: al este con el océano Atlántico, el Golfo de México y el mar de las Antillas y al oeste con el océano Pacífico y el Golfo de California. Esta localización estratégica brinda el acceso a los mercados internacionales y la infraestructura de exportación disponible: territorial, aérea y marítima; dichos accesos permiten la entrada y salida de insumos o productos terminados desde cualquier parte del mundo.

Algunos de los puertos más importantes en México son: Coatzacoalcos, Veracruz; Veracruz, Veracruz; Tuxpan, Veracruz; Dos bocas, Tabasco; Manzanillo, Colima; Quintana Roo; Ensenada, Baja California; y Guaymas, Sonora; entre otros. En el área del Pacífico hay 58 puertos y terminales, en el área del Golfo hay 59 puertos y terminales, donde su administración portuaria integral o API puede ser del tipo Federal, significa que están regulados por la SCT (Secretaría de Comunicaciones y

Transportes), otros son regulados por FONATUR (Fondo Nacional de fomento al Turismo) y los restantes son regulados por API's privadas y estatales (Figura 2.1).



Figura 2.1. Principales puertos de México.

Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes

México cuenta con 49 aduanas, 19 ubicadas en la frontera norte, 2 en la frontera sur, 17 Marítimas y 11 interiores, lo que es muy atractivo para la industria automotriz al facilitar la importación-exportación de bienes o servicios. (Figura 2.2).

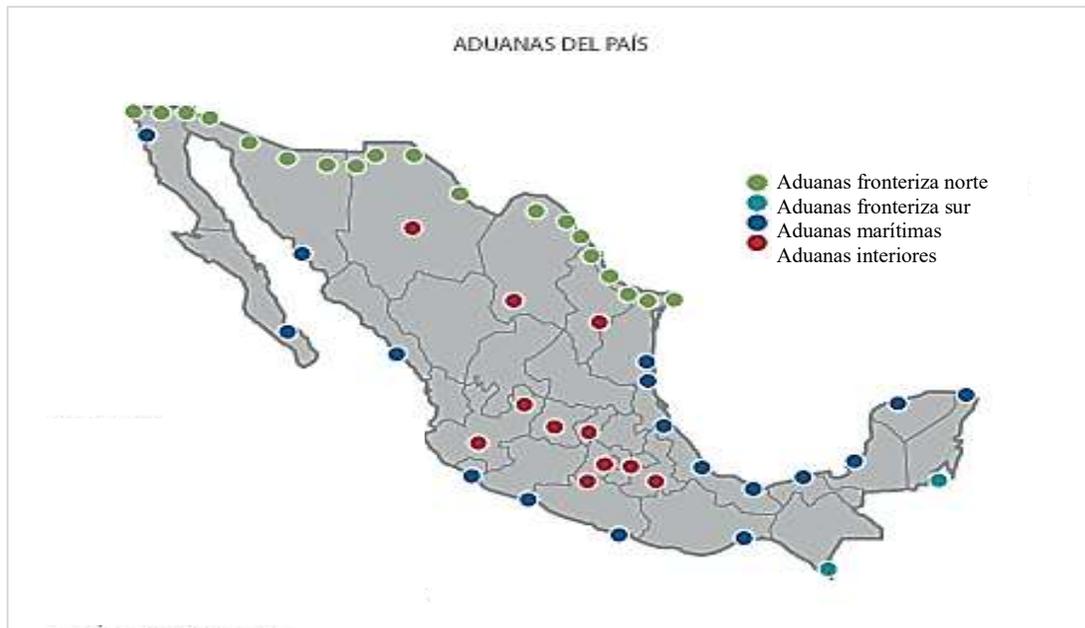


Figura 2.2. Ubicación de aduana en México.
Fuente: comercio y aduanas.com.mx

2.2. El sector manufacturero

Existen dos tipos principales de procesos productivos: de los servicios y de las manufacturas. En México, según estadísticas de INEGI del 2014, indican que el 76.5% de los empleos se generan en la industria de los servicios, y el 23.5% en el sector manufacturero (Figura 2.3). A pesar de que el sector servicio es el predominante en la generación de empleos, no hay que dejar de lado que el sector manufacturero sigue creciendo y junto con él las cifras de empleo que crean.

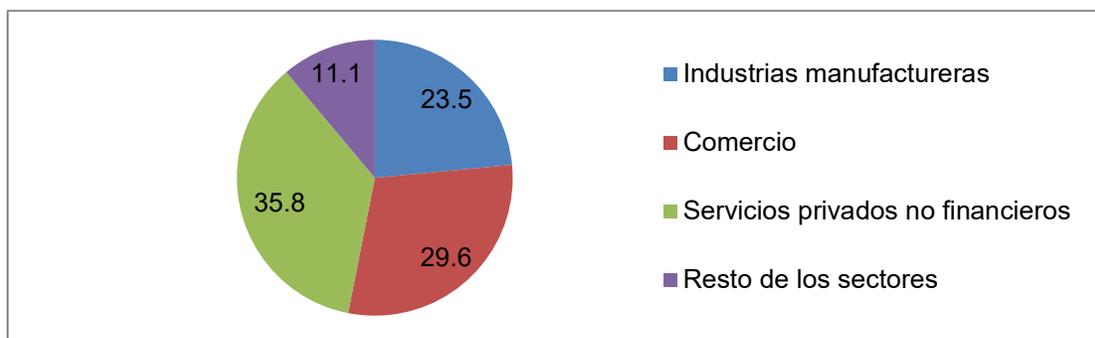


Figura 2.3. Porcentaje de empleo por sectores productivos
Fuente: elaboración propia con datos estadísticos de INEGI 2014

Los procesos de manufactura son importantes; sin ellos, los productos que disfrutamos en nuestra vida cotidiana no existirían. Además, las manufacturas dan origen a las oportunidades de servicios (Krajewsky et al, 2008).

En resumen, si un proceso no cambia los materiales en relación a alguna de las dimensiones siguientes: propiedad física, forma, dimensión, acabado superficial y unión de partes de materiales, se considera un proceso de servicio o no manufacturero.

2.2.1. Diferencias entre proceso de servicio y proceso manufacturero.

Las dos diferencias principales entre los procesos de servicio y los de manufactura son: la naturaleza de sus productos y el grado de contacto con el cliente. (Tabla 2.1).

Procesos manufactureros (producto)	Procesos de servicios
Producto físico y duradero	Producto intangible y perecedero
Los productos pueden almacenarse	Los productos no se pueden almacenar
Menor contacto con el cliente	Alto grado de contacto con el cliente
Tiempos de respuesta largos	Tiempos de respuesta cortos
Plantas de mayor tamaño	Plantas de menor tamaño
Gran inversión en capital	Gran inversión en trabajo
Calidad fácilmente medible	Calidad no fácilmente medible
Mercados regionales, nacionales o internacionales	Mercados locales

Fuente: elaboración propia con datos del libro de Administración de las operaciones de Krajewsky, 2008.

La manufactura se sitúa dentro del sector secundario o industrial, el cual se caracteriza por el uso predominante de maquinaria y de procesos cada vez más automatizados para transformar las materias primas que se obtienen del sector primario. De acuerdo a lo que producen, sus grandes divisiones son construcción, industria manufacturera y electricidad, gas y agua (Economía de México, s.f.). Dentro

de la industria manufacturera se encuentran empresas desde muy pequeñas como tortillerías, panaderías y molinos, entre otras; hasta grandes conglomerados como las armadoras de automóviles, embotelladoras de refrescos, empacadoras de alimentos, laboratorios farmacéuticos y fábricas de juguetes, entre otras, además de las fábricas donde se producen o ensamblan una gran variedad de productos como equipos electrónicos o autopartes que se van al extranjero (Industria manufacturera, s.f.).

2.2.2. La industria automotriz y de autopartes.

Del total de exportaciones que se realizan en el país el 21.4% se refieren a las relacionadas con la industria automotriz y autopartes, es decir uno de cada 5 productos que se exportan tienen que ver con la industria automotriz, de ahí la importancia que tiene para la industria automotriz la infraestructura de comunicación. Los productos exportados por la industria automotriz y autopartes tienen como medio de transporte principalmente al ferrocarril, a través de este medio se mueve casi el 50% de las exportaciones, el 30% se transporta vía terrestre y el 20% por vía marítima.

Autores como Klier y Mc. Millen en 2008, estudiosos de las plantas de la industria automotriz, dicen que partir de 1980 han identificado un patrón de localización de plantas que tiende hacia áreas del sur de Estados Unidos y norte de México, esto por la necesidad de reforzar la frontera norte-sur de la industria automotriz, lo anterior, por el precio más barato de la mano de obra y debido a la disponibilidad de la infraestructura de comunicación. En México, la producción automotriz se encuentra principalmente en las zonas Centro y Norte. La Figura 2.4 muestra las principales ciudades de México identificadas como relevantes en la industria automotriz, lo que nos permite observar las ciudades que brindan ventajas competitivas de localización; también se puede observar la importancia que tiene la localización geográfica de la

planta automotriz en relación con las fronteras y la infraestructura que ofrece la ciudad en donde se localiza.



Figura 2.4. Industria automotriz en México, ubicación geográfica.

Fuente: Revista digital *Modern machine shop* Enero-febrero 2015, “La industria automotriz sigue moviendo la economía en México”.

Una parte importante de la Industria Manufacturera está formada por las maquiladoras de exportación; que son fábricas donde se producen o ensamblan una gran variedad de productos (como equipos electrónicos o autopartes) que se van al extranjero. La industria automotriz es la más importante dentro de las industrias manufactureras mexicanas y contribuye con aproximadamente el 4% del PIB, 20% del producto manufacturero y con un 23% de la exportaciones totales (Estudio de prospectiva tecnológica, 2014). La industria automotriz también es importante por el alto grado de integración que registra con otras ramas industriales, influyendo en la generación de empleos, tanto directos como indirectos, por lo que representa una

actividad de gran impulso económico. Debido a la necesaria integración de la industria automotriz con otras industrias, por lo general proveedoras, es conveniente que estas se encuentren localizadas lo más cerca posible, para que la logística y cadena de suministro entre ellas se logre de una manera eficiente y efectiva, lo anterior para el logro de una ventaja competitiva. Aunque por lo general las fuentes de los suministros no se encuentran en el mismo lugar. Estos proveedores forman parte de la OEM automotriz, que es una industria piramidal, donde los proveedores de mayor tamaño son conocidos en el sector como proveedores de primer nivel o *Tier1*, quienes suministran directamente a las fábricas de automóviles y compran a otros proveedores conocidos como de segundo nivel o *Tier2*, de tercer nivel o *Tier3*, etcétera (Revista ICE, 2009). Los proveedores se clasifican o enumeran en función de su distancia con la OEM automotriz.

2.3. Los sistemas productivos

Un sistema de producción se define como el conjunto de componentes cuya función es convertir un conjunto de insumos (*inputs*) en un producto deseado (*outputs*), por medio de un proceso de transformación (*process*); y como en todo sistema siempre debe de existir la retroalimentación entre etapas. En la figura 2.5 se observa de manera visual las etapas de un sistema de producción. A continuación, se desglosan las partes que conforman la definición de un sistema de producción:

- Componentes: máquinas, personas, herramientas o un sistema de dirección.
- Insumos: materia prima, energía, mano de obra, un producto terminado de otro sistema, capital, información externa, etc.
- Transformaciones: físicas (como en manufactura), de ubicación (como en transporte), de intercambio (como en venta al menudeo), de almacenamiento (como en las bodegas), fisiológicas (como en el cuidado de la salud), informativas (como en las telecomunicaciones).

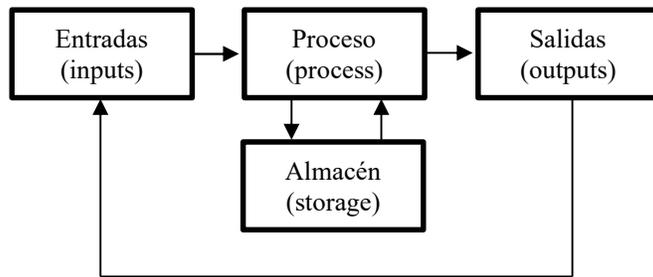


Figura 2.5. Sistema de producción.
Fuente: elaboración propia.

Los sistemas productivos varían dependiendo de sus procesos, es decir de la forma en que los suministros fluyen por la empresa. Una clasificación general de los entornos de manufactura, según Hayes & Wheelwright en 1979, y según Krajewsky et al en 2008, puede darse en cuatro categorías principales:

- **Job Shop, talleres funcionales o proceso de trabajo:** es una empresa especializada en la producción de bajo a mediano volumen y utiliza procesos por trabajo o por lote (producción intermitente). Es de un ambiente flexible, gran variabilidad en las rutas de los trabajos y en la llegada constante de trabajos nuevos que deben realizarse (Krajewsky et al, 2008).
- **Líneas de flujo conectadas o en línea:** también conocidas como *flow shop*, se especializa en la producción de mediano a alto volumen y utiliza procesos en línea o continuos. Los trabajos siguen un patrón de flujo común por todo el sistema, los trabajos pueden iniciarse y detenerse en cada turno o día, incluso si el lote no está terminado (Krajewsky et al, 2008).
- **Líneas de flujo desconectadas o producción por lotes:** los lotes de productos discretos son fabricados en un número limitado de rutas identificables. El flujo del proceso es flexible, sin que exista una secuencia estándar de pasos a través de toda la instalación, por lo que puede acumular inventario entre las estaciones. Se manufactura en serie de lotes de piezas

discretas, con volúmenes altos, de estrecha variedad y diversa cantidad. (Krajewsky et al, 2008; Hayes & Wheelwright, 1979).

- **Procesos de flujo continuo:** representa el extremo de la producción estandarizada de alto volumen y flujos en línea rígidos, funciona las 24 horas del día para maximizar la utilización y evitar los costosos paros. En un proceso de flujo continuo los materiales (sean indiferenciados o discretos) fluyen a través del proceso sin detenerse hasta que se termina todo el lote. (Krajewsky et al, 2008)

En la figura 2.6 se esquematizan las características principales de cada proceso de producción descrito en párrafos anteriores, en una relación producto-proceso.

Etapa ciclo de vida de producto. Estructura de proceso.	I.- Volumen y estandarización baja, una unidad de cada tipo.	II.- Multiplicidad de productos. Bajo volumen.	III.- Pequeño catalogo, volumen más alto.	IV.- Alto volumen y estandarización, productos de consumo.
Taller funcional (job-shop)	Imprenta comercial		No permisible	
Línea de flujo desconectada (lotes)		Equipamiento pesado		
Línea de flujo conectada (línea de ensamble)	No permisible		Montaje de automóviles	
Flujo continuo	No permisible			Refinería de azúcar

Figura 2.6. Matriz producto-proceso.

Fuente: Hayes et al, 1979, en su artículo "Link manufacturing process and product life cycle".

Según la Figura 2.6, la industria automotriz tiene una estructura de procesos en forma de línea de flujo conectada o línea de ensamble, donde se fabrican pocos tipos de productos, pero en gran volumen. Complementando a este imagen, está la aportación de Krajewsky en su matriz complejidad-personalización, donde especifica

que el tipo de proceso en línea se caracteriza por ser poco complejo y poco personalizado, pondera en un nivel 3 a las dos categorías.

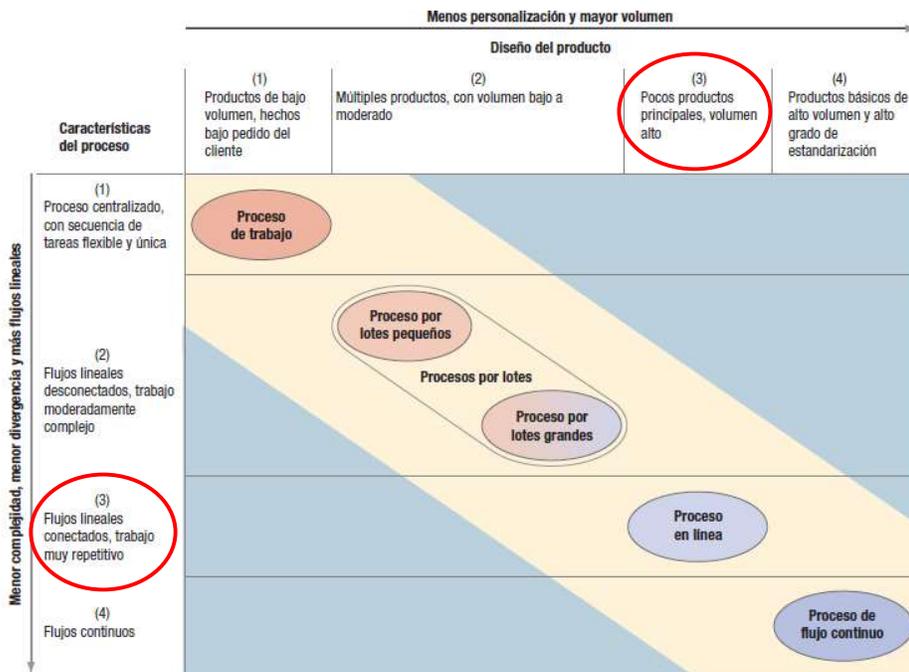


Figura 2.7. Matriz producto-proceso, complejidad y personalización.

Fuente: Libro de Administración de Operaciones, autor Krajewsky, 2008.

La tendencia de las grandes empresa de hoy en día, es hacia una producción enfocada a la customización (término tomado del vocablo inglés *customization*) y personalización del producto, con el fin de lograr la satisfacción del cliente. (ver figura 2.7)



Figura 2.8. Objetivo de la personalización y la customización.

Fuente: Elaboración propia.

La diferencia entre estos dos conceptos estriba en quien ejecuta los cambios: en la customización, los usuarios ‘customizan’ o modifican los productos o servicios para satisfacer sus propias necesidades, y en el caso de la personalización, las grandes empresas personalizan o modifican sus productos, servicios y comunicaciones para atender y entender mejor al usuario (Durán, 2018).

Este trabajo de investigación se centra en los sistemas de producción en línea mixtos, el cual se desarrolla en la OEM automotriz en estudio, sin embargo, es necesario resaltar la nueva tendencia o cambio de hacer las cosas en la industria, mayormente en el ramo automotriz, que es la industria 4.0, la cual implica la integración y conectividad de las tecnologías inteligentes en toda la organización, genera un cambio en las formas de producir, en la fuerza de trabajo y en la manera de hacer negocios.

2.4 El cambio de la forma de hacer las cosas

Peter Drucker denominó a la industria automotriz como “la industria de las industrias”, esto hace más de 40 años; esto es porque la industria automotriz era y continúa siendo la empresa que genera la mayor cantidad de actividades manufactureras del mundo. En lo particular la industria automotriz en México, la cual, según datos del registro administrativo de la industria automotriz de INEGI del 2018, tuvo una producción total de autos de 1’575,808 vehículos ligeros, y más específicamente para la OEM automotriz, en el mismo año, la producción total de autos fue de 208,499; con estas cifras es posible imaginar un panorama de todo lo que implica la manufactura de esa cantidad de unidades y el cambio de nuestra forma de pensar de hacer las cosas.

Henry Ford revolucionó la forma de vida de las personas con sus autos prácticos y económicos, generados mediante la línea de montaje móvil y utilizando técnicas de producción en masa, con ellas se pudieron establecer estándares en la industria automotriz a nivel mundial durante la primera mitad del siglo XX (después de la

Primera Guerra Mundial). El “Ford T”, en 1908, fue el primer coche que marcó la forma en que las personas se transportaban de un lugar a otro (Sitio web de Ford Motor Company, 2017), además de la mentalidad de una producción artesanal a una producción en masa. Después de la Segunda Guerra Mundial, se generó otro cambio en la forma de hacer las cosas, por parte de Eiji Toyoda y Taichii Ohno de la empresa *Toyota Motor Company* en Japón; se cambió de una producción en masa a una producción ajustada. Y hoy en día se está generando otro cambio en la forma de hacer las cosas, la producción contra pedido o personalización en serie, es decir vender hoy lo que fabricarás mañana para con ello poder reducir o eliminar los inventarios o *stocks*.

2.4.1. Antecedentes históricos de la producción y la industria

El hombre descubrió la producción sin darse cuenta, guiado por necesidades a las cuales debía satisfacer, y la acción de producir se ha llevado a cabo desde los tiempos remotos hasta la actualidad, el producir es importante, ya que sin producir se estancaría toda la economía mundial. Por otro lado, el concepto de producción ha tenido cambios a lo largo de los años, en un inicio se definió como un proceso del cual se obtendría algo útil y vendible, pero al analizar dicho concepto la realidad se impone: todo lo que se produce no es útil, como por ejemplo la producción de drogas ilegales, no son útiles a la sociedad, pero son vendibles, mientras haya demanda habrá oferta. Entonces la producción queda definida como un proceso de transformación social de la naturaleza, mediante el trabajo y el capital en objetos de valor y de uso (García, 2016).

Los avances tecnológicos que ha tenido el ser humano para optimizar sus procesos productivos, no se implementaron de la noche a la mañana, sino que fueron sufriendo modificaciones paulatinas a través del tiempo. El autor Alvin Toffler, clasifica la evolución del cambio de hacer las cosas en “olas”, cada una de ellas caracteriza un periodo de tiempo de evolución del hombre (Blog Timetoast timeline).

Olas tecnológicas de Alvin Toffler:

- Primera ola: Revolución agrícola (8000 a. c – 1600 d. c.). Sociedad primitiva, vivan en pequeños grupos y tribus, vivían principalmente de la casa y pesca
Sociedad civilizada, trabajar en la agricultura, civilización basada en el autoabastecimiento, explotaban los recursos naturales, obediencia y subordinación. Fuentes de energía humana, animal e hidráulica.
- Segunda ola: Revolución industrial (1650-mediados de 1950). Creación de fábricas, producción en serie de productos idénticos, grandes volúmenes de producción, obreros especializados, sindicatos. Fuentes de energía: vapor, máquinas electromecánicas, semi automatización.
- Tercera ola: Era de la información (1950-1980). Se genera la personalización, la desmasificación y descentralización (que había en las dos olas anteriores). La comunicación se desmasifica y especializa, surge el Internet, las computadoras, los programas, los celulares, chips, más tecnología y las telecomunicaciones.

Es necesario complementar las tres olas anteriores con:

- Cuarta ola: Era de la innovación (1980-2000). Destaca a la biotecnología, biología molecular, ingeniería genética, ingeniería artificial, robótica, las fuentes de energía alterna, ecología, biosfera, e-commerce (comercio electrónico), Wifi® (interconexión inalámbrica), tecnología de la información y mayor conciencia del futuro.
- Quinta ola: Era de la innovación y adaptación (2000 en adelante). Contempla todas las características de la cuarta ola, IoT (internet de las cosas), industria 4.0, ciudades inteligentes, donde el ser humano debe adaptarse o morir.

La descripción de Alvin Toffler, en sus olas tecnológicas, muestra la evolución de la industria a través del tiempo y como, al avanzar el tiempo, los sistemas se vuelven cada vez más complejos. En la Figura 2.9 se muestra la evolución de las industrias

en referencia con el avance del tiempo, y en ella se observan las características descritas en las olas tecnológicas del autor Alvin Toffler.

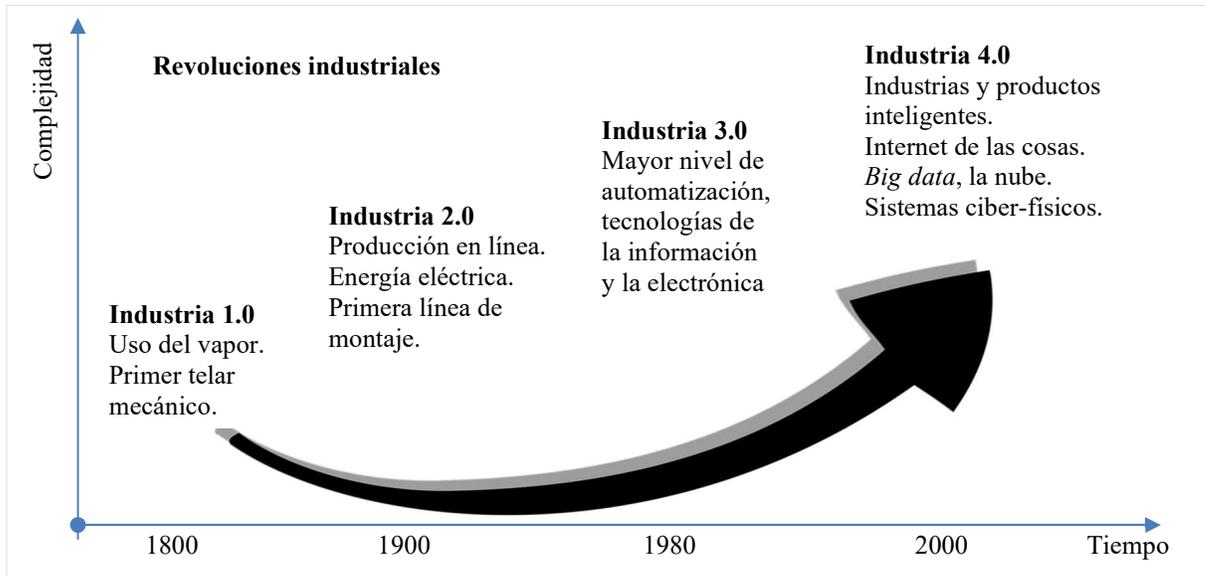


Figura 2.9. *Revoluciones industriales.*

Fuente: *Elaboración propia con datos de las olas tecnológicas de Alvin Toffler.*

2.4.2. Filosofías de fabricación en la industria automotriz.

Antes de utilizar el sistema de producción en masa y en serie, los automóviles se fabricaban siguiendo un sistema de producción artesanal y a pedido, donde cada vehículo era único y construido según las especificaciones del cliente individual.

Después todo cambió, cuando en 1910 nace la producción en serie, con la fabricación del modelo "Ford T", en Estados Unidos, usando como base para su proceso de fabricación las técnicas de producción en serie utilizadas en la creación de armamento durante la segunda guerra mundial, con la finalidad de fabricar un vehículo alcanzable para casi todo el mundo. Este modelo de producción permitió fabricar un único modelo de auto, con pequeñas variaciones en las especificaciones; generó un modelo de auto igual para todos, lo que permitió crearlos en grandes volúmenes. Este modelo de producción se le conoce como Fordismo. Las características de este modelo son: mismo color de auto (negro), mano de obra

barata y no calificada, piezas estandarizadas e intercambiables, maquinas especializadas, atención centrada en reducir costos y precios, economías de escala (saber cuándo producir más), organización jerárquica, integración vertical. Este modelo se deteriora en los años 70's debido a los cambios en el mercado y a los avances tecnológicos, todas las miradas estaban ahora en el modelo japonés (Toyotismo), el cual se tratará más adelante. (Sabrià et al, 2012)

Antes del modelo japonés, surge en los años 20's el modelo Sloanismo, el cual permitió a la *General Motors* competir contra Ford, y quien años después tomaría la delantera en este mercado automotriz. Este nuevo modelo estaba en contra de algunas formas de pensar del modelo fordista, por ejemplo, afirmaba que el mercado era más diversificado que homogéneo, es decir que los clientes deseaban más de una opción de color para su automóvil, y para poder diversificar sus productos, *General Motors*, compartió los componentes principales entre modelos diferentes, esto significa que todos los modelos de auto tenían en común un máximo número de piezas posibles. Las características de este modelo: compartir componentes entre modelos, tener una gama de productos extensa para mercados diferentes, una vida del producto más corta, en resumen, ofrecía variedad a un costo aceptable. (Sabrià et al, 2012)

Durante algunos años estas dos filosofías, Fordismo y Sloanismo, funcionaron al mismo tiempo sin que ninguna de ellas destacara, pero a medida que fueron creciendo sus clientes y aumentando la diversificación y variedad de los productos, Ford terminó por adoptar la filosofía Sloanista. Sin embargo, sus esfuerzos no fueron suficientes, ya que a finales de 1970 y principios de los 80's se generó una nueva visión japonesa (Toyota y Honda), que ofrecía automóviles más pequeños y con menor consumo de combustible (en épocas de crisis petrolera), lo que les permitió entrar con facilidad al mercado estadounidense. En los 80's la demanda de este tipo de autos creció y gracias a sus técnicas de fabricación, los japoneses, podían ofrecer sus autos a un precio competitivo (tanto que los fabricantes norteamericanos no podían competir). Las características de este modelo Toyotaísmo: eran japoneses

sus creadores, reducción de costos después de una crisis petrolera en los años 70's, creación de conceptos como JIT, TQM (*total quality management*, administración total de la calidad), Kanban (tarjetas), actividades de valor, *lean manufacturing* (manufactura esbelta), uso de personal muy calificado y adaptable. (Sabrià et al, 2012)

En los años 70's y 80's, que marca el nacimiento del internet, las empresas fabricantes de automóviles comenzaron a replantear el hecho de que sus sistemas no eran lo suficientemente automatizados: los japoneses pensaban que sus procesos automatizados no eran lo suficientemente flexibles, en cambio los fabricantes occidentales consideraban que los ahorros en costes que obtenían compensaban la falta de flexibilidad dada por la automatización. El uso de tecnología ha permitido a algunas empresas fabricantes producir una variedad de modelos en una misma línea de producción. (Sabrià et al, 2012).

La tendencia de las grandes empresa de hoy en día, es hacia una producción enfocada a la customización y personalización del producto, con el fin de lograr la satisfacción del cliente; esto implica que las especificaciones del cliente puedan elevarse exponencialmente lo que causaría tanto a las empresas fabricantes como a las proveedora un aumento en la complejidad de sus productos y procesos, pero los vuelve más competitivos. ¿Qué auto quiero?, ¿para qué lo quiero? y ¿cuánto es mi presupuesto?, el cliente de hoy en día elige un auto basado más en el precio, la marca y el diseño que por sus prestaciones (datos del comportamiento del auto).

2.5 Conceptos de producción en la industria automotriz

El sistema comienza con la colocación de pedidos programados para fabricar, se procesan y al final obtenemos un producto terminado, que tiene las especificaciones requeridas por el cliente. Si se sigue esta cadena de fabricación se pueden encontrar los siguientes conceptos:

Proveedoras Tier: es una empresa que abastece de suministros a otra empresa, los cuales son necesarios para el funcionamiento y desarrollo de la misma. Estas proveedoras se clasifican por nivel según su localización geográfica, siendo la Tier1 la que se encuentra entre 1 a 3 km y que el suministros que fabrica son módulos y subensambles, le sigue la Tier2, Tier3, ..., Tiern. (Díaz, 2016)

Bailment: representa una relación legal donde la posesión física del inventario se trasfiere de una persona (llamada "bailor") a otra (llamada "bailee"), quien tiene la posesión del inventario, pero no su propiedad. (Gregg & Mears, 2006).

Cobertura: es el promedio de tiempo con el que se cuenta para atender una demanda en congruencia con el inventario que se posee, resulta determinante en la gestión de los inventarios. La cobertura depende de la planificación de la demanda, ejemplo: suponga tener un inventario A de 500 unidades y sus ventas semanales son de 94 unidades, su cobertura es de 5.32 semanas ($500pz \div 94pz/sem$). (Díaz, 2016)

Almacén: es el área donde se guardan los inventarios hasta que son necesitados. Hay inventarios de materias primas, productos terminados, de artículos de oficina, de herramientas y equipo, de suministros de mantenimiento, etc.; cada uno de estos almacenes requiere suficiente espacio el cual se debe considerar y depende la política de inventarios de la empresa (Velasco, 2017).

Política de inventario: permite determinar los niveles de inventario más económicos y convenientes para la empresa, responde dos preguntas: ¿cuánto producir? y ¿cuándo producir? Y su cálculo depende del modelo de inventario que sigue la empresa (Taha, 2011)

Modelos de inventario: ayudan a minimizar o reducir la cantidad de inventarios que una empresa debe tener en su almacén y su base principal es la demanda del ítem. La OEM automotriz en estudio, se basa en niveles máximos y mínimos en puntos de uso con sistema Call, en puntos de reorden en puntos de uso con sistema Autocall y en inventarios Kanban para los suministros pequeños que se almacenan

en cajas y usan el sistema Card. Lo anterior indica que en la industria automotriz existen diferentes modelos de inventario debido a la gran variedad de suministros que almacena y utiliza. (Taha, 2011)

Inventario vs stock: un inventario está formado de un conjunto de ítems diferentes, y el *stock* es un conjunto de ítems iguales. Los productos se categorizan como: línea de producto, familia, subfamilia y producto, ejemplo: línea blanca, lavadoras, de 19kg y de marca Mabe, todo es inventario, y *stock* serían las lavadoras de 19kg de marca Samsung del mismo modelo, es más específico. Por su variedad, los suministros que se surten a la ensambladora automotriz son del tipo inventario, más que *stock*.

Gestión de inventarios: conlleva todas las actividades pertinentes para la administración y el control de los inventarios, es decir busca satisfacer las necesidades de los clientes y reducción de costos, así como del almacenamiento, conteo y registro de los inventario. (Díaz, 2016 y Velasco, 2017).

Rotación de inventarios: es el número de veces que un lote de productos ingresa y sale del almacén hasta su reabastecimiento; también se define como las veces que da vuelta el inventario desde el proveedor hasta el cliente y de ahí al consumidor final. Su fórmula es: $\text{costo anual del inventario} \div \text{costo anual de los productos}$, suponga que la rotación de inventario es de 1 al año, esto significa que se tiene tanto inventario que se necesita todo un año para venderlo totalmente; el valor de la rotación de inventario debe ser mayor o igual a 4. (Díaz, 2016).

Gestión de almacén: suministra los bienes físicos necesarios para satisfacer las necesidades del cliente interno y externo, comprende las actividades de gestión de inventarios, de stock, de distribución, y su objetivo principal es la de salvaguardar, custodiar y entregar el producto al cliente. Dentro de un almacén el suministros pasa por las siguientes área: recepción, descarga, control y manipulación, almacenaje,

picking (recolección), embalaje y etiquetado, consolidación, preparación, carga, despacho y distribución o reparto (Díaz, 2016 y Velasco, 2017).

Takt, cycle y lead time: *takt time* (TT) es la medida a la cual se necesita completar el proceso de producción para poder satisfacer el pedido del cliente, se basa en la demanda y se determina con la siguiente fórmula: $Tkt = \text{tiempo disponible de producción} \div \text{demanda del cliente}$. El *cycle time* (CT) es la medida de tiempo que toma el completar la producción de una unidad de inicio a fin, se basa en el tiempo de procesamiento y se determina con la siguiente fórmula:

$$\text{tiempo total de producción} \div \text{número de unidades producidas.}$$

Si el CT es mayor al TT, indica que tu sistema de producción no será capaz de satisfacer la demanda. El *Lead time* (LT) es el tiempo que toma a una unidad de producto recorrer todo el sistema, desde que se toma la orden del pedido hasta que se recibe el pago, mide el tiempo de arribo y se determina con la siguiente fórmula: $LT = \text{fecha deseada} - \text{fecha de ingreso del pedido}$, entre mayor sea el tiempo de entrega o *lead time*, mayor será el nivel de los inventarios; en la industria se le conoce como *order lead time* (tiempo de entrega de la orden). (Toggle, s.f)

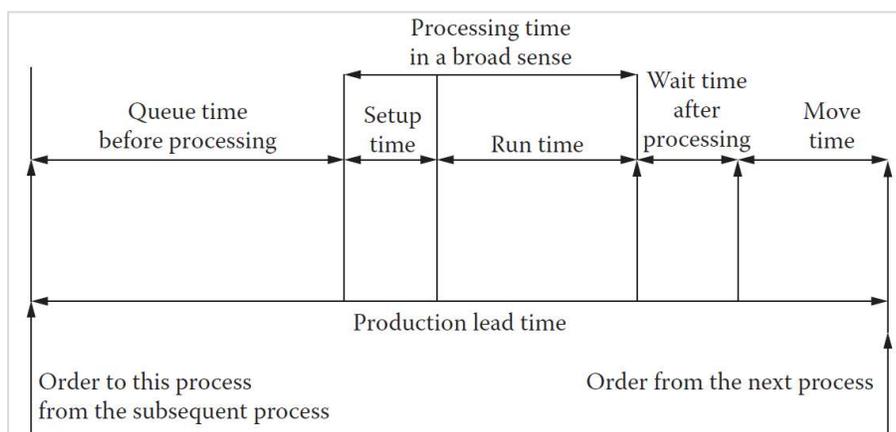


Figura 2.10. Componentes del tiempo de entrega de producción.
Fuente: Toyota production system, Monden 2017.

Justo a tiempo (JIT): su meta es la de producir los productos necesarios en la cantidad necesaria y en el tiempo necesario, también se le conoce como aprovisionamiento ajustado. Aplicado al proceso de producción sería que el tipo de subensamble necesario del punto de uso anterior llegue al punto de uso siguiente, en la cantidad y el tiempo indicado. (Monden, 2012)

Justo en secuencia (JIS): es un sistema de abastecimiento de los inventarios de forma que estos deban surtirse en una secuencia solicitada, facilitando así su manejo, mejora el flujo de los suministros y optimiza los tiempos de producción al no tener que reacomodar los suministros (dato de la OEM automotriz).

Materiales no conformes (MRB): consiste en la verificación física de los suministros contra el listado de material programado (*master*).

Inventarios máx./mín.: es un mecanismo de reorden utilizado en muchos *softwares* (programas computacionales) de administración de inventario. El valor Mín. representa un nivel de inventario que activa la señal de pedido y el valor Máx. representa el nivel de inventario que se debe resurtir. Esta forma de inventario es dinámica, se puede ajustar para ofrecer un mejor rendimiento, y este sistema de reorden usualmente se ejecuta en relación al programa de producción establecido (Vermorel, 2014).

Modularidad: montaje de componentes en módulos antes de ensamblarlos en el automóvil. Reduce la complejidad de las operaciones (menos piezas y menos operaciones) a las empresas ensambladoras, pero la aumenta en las empresas proveedoras de módulos. La mayor parte de los módulos son comprados a proveedores, es decir son fabricados por los proveedores y después se envían a la OEM automotriz. (Díaz,2012).

Sistemas *pull* y *push*: en el sistema jalar o *pull* el proceso subsecuente jala el trabajo del proceso precedente.

Zona cero: área de almacenamiento donde se colocan los suministros provenientes de las proveedoras antes de ser surtidos a los puntos de uso. (datos de la OEM automotriz)

Proceso de producción secuenciado: consiste en mover los suministros continuamente en el orden que sigue el proceso de producción indicado.

Ensamble de mezclas: generalmente la industria automotriz se caracteriza por utilizar un ensamble de mezclas en su línea de producción, donde se fabrican diferentes modelos de autos al mismo tiempo y en la misma línea de producción.

Punto de uso: se le conoce con ese nombre a las estaciones de trabajo de la línea de producción (dato de la OEM automotriz).

Punto de reorden: es un punto en el tiempo en el cual el suministro baja a cierta cantidad y es necesario realizar un nuevo pedido para reabastecer el almacén. Se utiliza la siguiente fórmula para calcularlo: (Taha, 2011 & Monden, 2012)

$$\text{Punto de reorden} = \frac{\text{suministros necesarios para el siguiente proceso} + \text{inventario de seguridad}}{\text{capacidad del mercadito}}$$

2.6 Logística y cadena de suministros

Ballou (2004) define a la logística y cadena de suministro como el conjunto de actividades funcionales (transporte, control de inventarios, etc.) que se repiten muchas veces a lo largo del flujo, mediante las cuales la materia prima se convierte en producto terminado y se añade valor para el consumidor. El valor dentro de la logística se define en términos de tiempo y lugar: el producto no tiene valor hasta que esté en manos del cliente en el tiempo y lugar indicados. La industria automotriz utiliza la filosofía “justo a tiempo” (*Just in Time*), la cual está ligada a la reducción de desperdicios. Así también como el VSM (value stream mapping o mapeo de la

cadena de valor, es una herramienta que permite identificar todos los tipos de residuos en la cadena de valor y tomar medidas para tratar de eliminarlos. A Toyota se le atribuye el origen del uso del VSM, al cual denomino como “mapeo del flujo de material e información”. Taiichi Ohno y Shingeo Shingo, (en Toyota) en los años 80, nos dicen que para lograr una ventaja competitiva es necesario orientar esfuerzos hacia una mayor productividad, reduciendo los desperdicios y empleando mejor los pocos recursos disponibles con que se cuenta en todas las empresas (Cabrera, 2013). Todo lo anterior se debe aplicar dentro de la cadena de suministro, para generar una buena gestión de la misma y con ello poder reducir desperdicios. Entiéndase por desperdicios, el costo, reproducción, tiempos de entrega tardíos, extravíos y maltrato del producto, entre otros.

2.6.1. Breve descripción de una cadena de suministros automotriz.

La industria automotriz es una de las más complejas hasta ahora, no es fácil de especificar, su tamaño es amplio y es muy diversificada, además de tener una red de relaciones cliente-proveedor muy extensa. Las empresas fabricantes de automóviles diseñan y producen alrededor de 60000 autos diferentes, como en el caso de la OEM en estudio, y movilizan más de 4000 partes diferentes que viajan por toda la línea de producción; esas partes vienen de diferentes proveedoras (Tier) directas, quienes a su vez hacen uso de otras proveedoras para abastecerse de suministros, y estas de otras, y así sucesivamente, además es necesario agregar que cada una de estas empresas se localiza en áreas geográficas diferentes (Brunnermeier y Martin, 1999).

La cadena de suministro automotriz está compuesta por una red de empresas que trabajan en secuencia, desde el abastecimiento de los suministros hasta la entrega del producto final al cliente; se caracteriza por tener una dimensión vertical compuesta por niveles y puede ser tan larga o corta dependiendo del número de niveles que la conforman. Pero debido a la alta competencia de este mercado, es óptimo que la cadena de suministro sea lo más corta posible, si es necesario incidir

en que las proveedoras se localicen lo más cerca posible de las ensambladoras. Las proveedoras se identifican por su función, el grado de integración y participación que tienen en la fabricación del automóvil y se clasifican por niveles, donde las proveedoras de primer nivel fabrican los sistemas modulares (asientos, tableros, puertas, motor, etc.) para la OEM, las de segundo nivel fabrican componentes (cinturones, indicadores, etc.), las de tercer nivel fabrican estampados, piezas fundidas, y las de cuarto nivel suministras materias primas en crudo (Lambert, 2001).

Las proveedoras de primer nivel, que son objeto de esta investigación, se ocupan de la fabricación y el diseño de los módulos que serán directamente ensamblados en el automóvil; estas proveedoras deben tener la capacidad de poder satisfacer la demanda de la empresa OEM, además de contar con ciertos atributos pedidos por la ensambladora (las Tier deben obtener una certificación), además de trabajar con una filosofía justo a tiempo en sus entregas. Estas proveedoras, debido a las grandes exigencias solicitadas por la OEM, se han convertido en grandes empresas globales que han absorbido a proveedoras de niveles inferiores, convirtiéndose en empresas integradoras, un ejemplo es la Tier fabricante de asientos quien tiene a su vez una filial que fabrica partes metálicas que están incluidas en el asiento y otras partes que vende a otras empresa que no son automotrices (basado en imagen del autor Elías Jiménez, 2006)

La relación OEM-Tier va más allá de la sola fabricación del pedido en la fecha solicitada, sino que la Tier debe ajustar su ritmo de producción a la demanda de su clientes (OEM), esto incluye a la calidad, la cantidad y la variedad solicitada. (Liker, 2004); para lo anterior se deben utilizar sistemas de comunicación eficientes, que permitan el intercambio de información entre empresas, junto con una óptima red logística integral, una buena gestión de almacén y en lo posible una cercanía geográfica entre sí.

2.6.2. Sistemas de información utilizados en la industria automotriz

Las cadenas de suministros automotrices se pueden ver afectadas por diversos factores que merman su desempeño y efectividad; uno de los factores que influye en ellas es la manera en que se transfiere y fluye la información entre clientes y proveedores, así como la compatibilidad en las plataformas de tecnologías de información. Por otro lado, en el 2005, algunos autores evidenciaron que aquellas empresas que muestran una alta cooperación con clientes y proveedores tienen una menor dificultad o mayor adaptabilidad a la integración de dichas tecnologías de información, tales como el intercambio electrónico de datos (EDI), los sistemas de planeación de recursos (ERP), o los sistemas de planeación de cadenas de suministro (SCP).

La poca o nula transferencia o fluidez de la información entre empresas, la falta de integración entre las mismas, genera baja efectividad y desempeño, además de mayor dificultad o adaptabilidad a la integración de la información entre empresa proveedora y fabricante; una integración donde conozcan la forma de trabajar o gestionar las cadenas de suministros de cada empresa y con ello pueda compartir una red de flujo de información que sea en beneficio de ambas, da como resultado un ganar-ganar. Lo anterior también les permite tener una *calidad en la distribución*, es decir realizar tareas necesarias para mejorar el servicio al cliente mediante el control de stocks de producto terminado y la automatización de transacciones soportadas por un intercambio electrónico de datos (EDI), así como la verificación de flotas de transporte y cuidado en el manejo de equipos retornables estandarizados. (Rodríguez & Carlos, 2008)

En el caso de la OEM automotriz en estudio y sus proveedoras, se utilizan los siguientes medios de información y comunicación, internos y externos:

Supplier Broadcast: permite a las empresas proveedoras tener acceso y visualizar la información tipo broadcast, por medio de un código especial, enviada desde la OEM a una proveedora JIT (dato de la OEM automotriz).

EDI (electronic data interchange): permite el intercambio de documentos normalizados entre los sistemas informáticos de quienes participan en una relación comercial, cualquier tipo de documento puede intercambiarse electrónicamente entre diferentes interlocutores, gracias al uso de un lenguaje común que permite que diferentes sistemas de información interactúen entre sí (EDICOM, s.f.)

Sistema SMART: sistema interno de surtido y rastreo del material a punto de uso, proporciona información en semi tiempo real sobre el uso de los suministros. Este sistema es propio de la OEM y se utiliza para comunicar a los operadores logísticos sobre la falta de suministros en los puntos de uso, utiliza la radiofrecuencia para enviar información entre los sistemas SMART Call, Autocall y Card; estos sistemas se desarrollan en el capítulo 4 (dato de la OEM automotriz).

Sistema CMMS: sistema de administración de materiales, su plataforma es proporcionada por Oracle®, funciona en base a códigos, los cuales proporcionan diversa información más detallada y específica sobre cada suministro que forma parte de la lista de materiales (BOM) que componen al automóvil. (dato de la OEM automotriz).

Sistema de radio frecuencia (R.F.): la radiofrecuencia son ondas de radio que se pueden transmitir aplicando corriente alterna originada en un generador a una antena; esta antena propaga la información en varias direcciones al mismo tiempo. Cuando la onda de radio actúa sobre un conductor eléctrico (la antena), se transforma en señales portadoras de información, el emisor tiene como función producir una onda portadora de información y el receptor capta esa onda, la «demodula» para hacer llegar al espectador auditor tan solo la señal transmitida (ECURED, s.f.). resumiendo: las ondas de radio emitidas por la botonera o el PDU rebotan en la antena de R.F. para después ser enviadas al sistema SMART y de este a las pantallas MRT.

Botonera R.F.: es un instrumento que permite saber que tanto tiempo hace que se pidió el suministro. Se presiona el botón verde una vez para realizar el pedido de

suministro y hasta que aparezca en la pantalla la palabra CALL, el pedido fue registrado en el sistema. (dato de la OEM automotriz).

Pantalla o Monitor MRT: *Mobile radio terminal* o terminal móvil de radio, es una pantalla que imprime la información correspondiente a un pedido en punto de uso. Esta pantalla se puede encontrar instalada en los montacargas o encontrarse en puntos estratégicos dentro de la línea de producción, aquí la operación es manual e imprimen el pedido (dato de la OEM automotriz).

Lectores PDU: dispositivos que se utilizan para leer los códigos o etiquetas de los suministros en punto de uso, mediante un lector láser (dato de la OEM automotriz).

Sistemas Call, Autocall y Card: son sistemas de requisición de suministros a punto de uso, optimizan el flujo de la cadena de suministro y permite reducir al mínimo los niveles de inventario; el sistema Call requiere del uso de la botonera R.F, el sistema Autocall es automático y no requiere de un operario, el sistema Card hace uso también de las botoneras R.F. (dato de la OEM automotriz).

WMS (*warehouse management system*): sistema de gestión de flujo de información de almacenes, gestiona no solo los inventarios, también el recurso humano, equipos, mantenimiento, etc. (Díaz, 2016). Este sistema es utilizado por operadores logísticos localizados fuera de la OEM automotriz y que tiene un almacén en sus cercanías.

ERP (*Enterprise resource planning*): sistema de planificación de los recursos empresariales es un software integral que tiene como base la planificación de recursos de manufactura y materiales, integra a todas las operaciones de la empresa (Díaz, 2016).

2.6.3. El transporte en la cadena de suministros.

La toma de decisiones de transporte es determinante para la buena gestión de la cadena de suministro, la logística y la mejora en la calidad de distribución; los gerentes deben tomar decisiones relacionadas con estrategia, diseño, planeación y operación del transporte mediante una comprensión de todas las ventajas y desventajas de sus decisiones; por ello se consideran los siguientes puntos propuestos por Chopra y Meindl (2013), como puntos clave para el análisis del transporte en la cadena de suministro de la OEM automotriz: alinear la estrategia de transporte con la estrategia competitiva, considerar al transporte interno y subcontratado, usar tecnología para mejorar el desempeño del transporte y diseñar flexibilidad en la red de transporte, lo anterior influye en los tiempos de entrega y costos de envío, y en la calidad del producto; por último nos incitan a estudiar las fortalezas y debilidades de las diversas redes de transporte de la OEM automotriz y *Tier*, sabiendo que el diseño de estas redes de transporte se realiza considerando los diversos tipos de cargas a enviar.

Siempre existirá un medio para llevar los suministros de un origen a un destino; los medios por los cuales se transita para llegar al cliente pueden ser terrestre, aéreo o marítimo, la decisión entre cada uno de estos radica en el tipo de suministro a transportar, los costos en que se incurren y los tiempos de entrega. En el transporte terrestre, las carreteras son las más adecuadas para transitar todo tipo de carga a través de las vastas redes de carreteras que existen en el planeta (refiérase al tema 4.1.2). Los trenes tienen la ventaja de poder transportar cientos de toneladas de suministros y poder adaptarse a distintas cargas. El transporte aéreo se utiliza para entregas rápidas pero su desventaja es su alto costo, solo se debe utilizar en caso de emergencia. El transporte marítimo es útil para el movimiento de cargas extrapesadas y sobredimensionadas, para grandes volúmenes y cantidades, su medio principal son barcos o buques, su principal desventaja es el tiempo.

CAPÍTULO 3. MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación, se describen los pasos necesarios para la realización del proyecto de investigación. Se determina el plan o estrategia que se desarrollará para obtener la información que se requiere para el buen desarrollo de la investigación y con ello poder responder al planteamiento del problema de investigación.

3.1. Marco de investigación

El marco de desarrollo de la investigación está enfocado en la aplicabilidad de los conceptos teóricos encontrados en la gestión de la cadena de suministros, la logística y el abastecimiento de los suministros y su congruencia con la práctica en una empresa manufacturera; en específico se aplicará en una OEM automotriz de la ciudad de Hermosillo, Sonora, que es un entorno geográfico en el que dichas industrias tienen gran importancia económica.

Esta empresa desea que se analice la complejidad logística del flujo de los suministros que su origen está fuera y dentro del campus de la OEM en estudio, en relación con las variables que afectan su desarrollo. Lo anterior también trata de plasmar la influencia que tienen dichas variables en la toma de decisiones sobre la localización y selección de empresas proveedoras, los procedimientos y medios de abastecimiento de los suministros, así como las formas de comunicación entre los actores de esta cadena de suministro automotriz.

3.2. Modelo de la investigación

El plan comienza desarrollando un diseño transeccional exploratorio, con el cual se inicia al conocer una variable o un conjunto de variables, un contexto, un evento, una situación; se trata de una exploración inicial en un momento específico. Este tipo

de diseño se aplicará porque el problema de investigación es poco conocido; además, por ser el preámbulo de otros diseños no experimentales y experimentales. Estos diseños de investigación transeccional o transversal nos permiten recolectar datos en un solo momento, en un tiempo único (Liu, 2008 y Tucker, 2004, citados por Sampieri, 2014); su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

Para iniciar con el modelo de investigación se propone el seguimiento de las siguientes fases que componen a un estudio de caso organizacional, desarrollado por *Harvard Business School* y *Design Management Institute*. Esta estructura es una adaptación de la original y es apropiada para el contexto en industria, empresas, mercados, negocios o productos (ver figura 3.1).

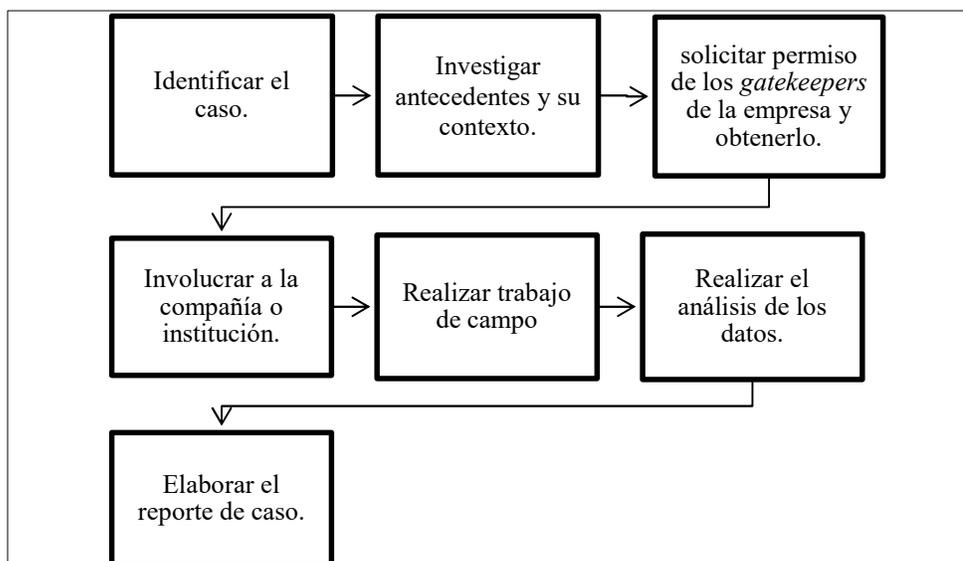


Figura 3.1. Fases del estudio de caso del proyecto de investigación.

Fuente: elaboración propia con información de Hernández-Sampieri, 2014.

3.3. Tipo de investigación

Según Blatter (2008), citado por Hernández-Sampieri, un estudio de caso es una aproximación investigativa en la cual una o unas cuantas instancias o unidades de un fenómeno son estudiadas en profundidad.

Yin (2013), Hernández-Sampieri y Mendoza (2012), además de Xiao (2009a), citados por Hernández-Sampieri, consideran que los estudios de caso son útiles para refinar, confirmar y/o extender la teoría, y producir conocimiento y validar resultados obtenidos por otros diseños (complementación).

Asimismo, Starke y Strohschneider (2009), citados por Hernández-Sampieri, señalan que ofrecen varios beneficios, entre los que se destacan que proporcionan una base de datos enriquecedora e información completa sobre el fenómeno o unidad considerada y revelan diferencias entre expresiones de dicho fenómeno o los casos analizados.

Los estudios de caso tienen la ventaja de que se pueden complementar con el uso de otros métodos o herramientas de análisis de información y datos.

3.4. Métodos de recolección de datos

Este programa de investigación es de tipo secuencial, ya que su base principal es la cadena y el flujo de los suministros desde las empresas proveedoras hasta la empresa ensambladora automotriz, siendo necesaria la culminación de cada etapa para pasar a la siguiente.

En la primera etapa se crea un modelo que ejemplifique la magnitud de las actividades de logística dentro y fuera de la OEM automotriz; se considera a la cadena de suministros como punto de partida para generar dicho modelo. A continuación, se muestra el diagrama de flujo que ejemplificará el movimiento o flujo de los suministros dentro de la OEM automotriz (Figura 3.2), y otro diagrama más para ejemplificar el abastecimiento de los suministros por parte de las proveedoras (Figura 3.3).

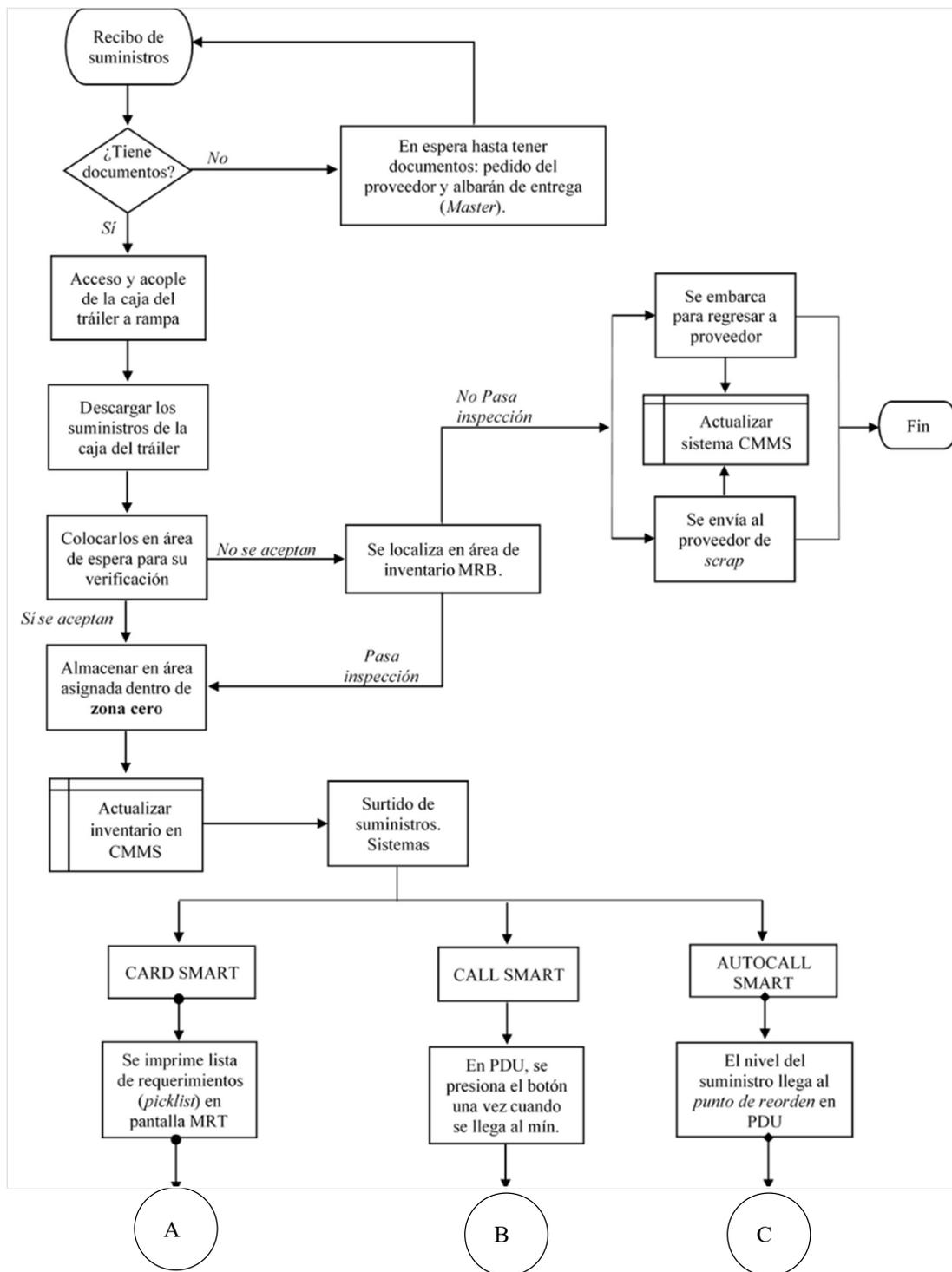


Figura 3.2. Diagrama de flujo del abastecimiento de los suministros de la OEM automotriz (parte 1). Fuente: elaboración propia.

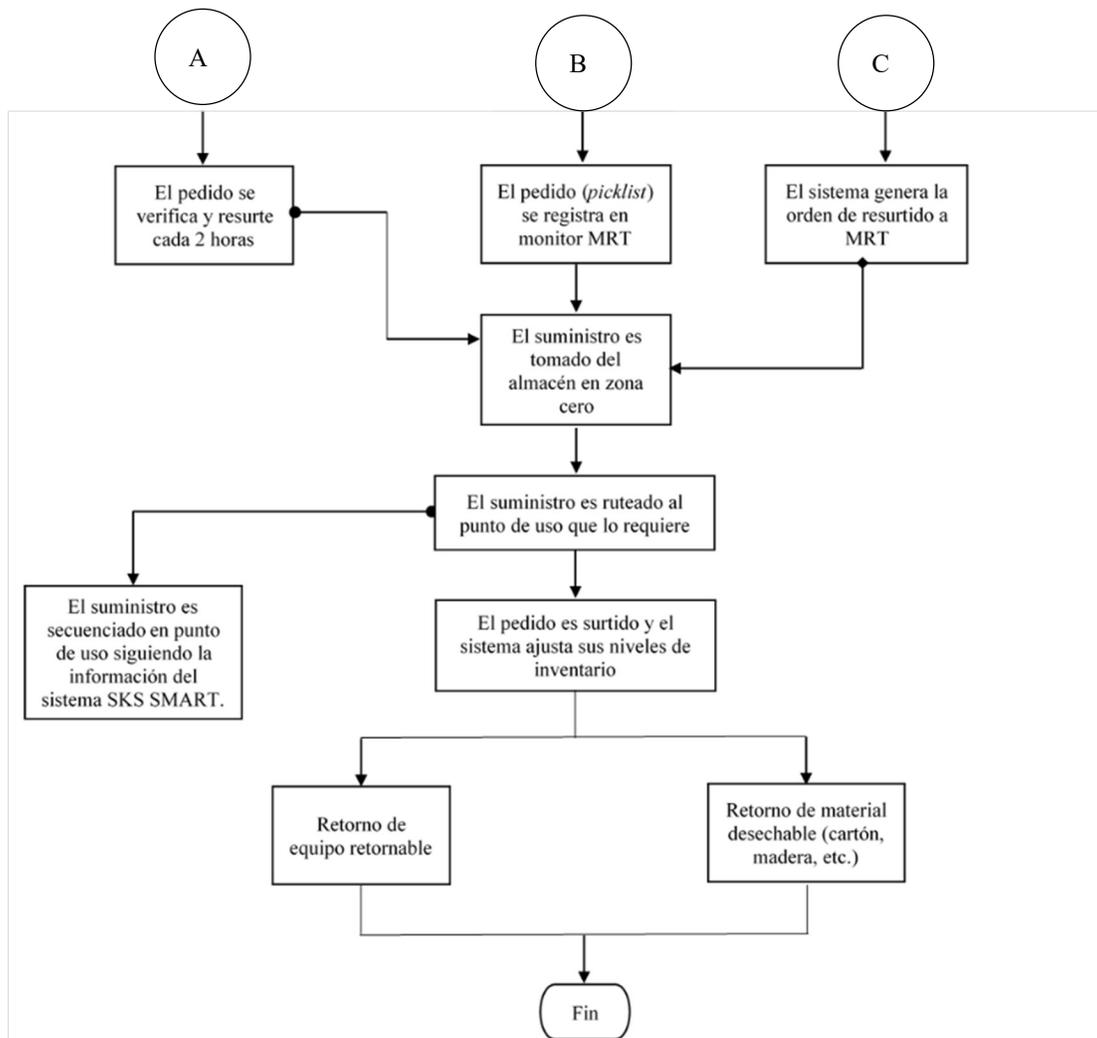


Figura 3.2. Diagrama de flujo del abastecimiento de los suministros de la OEM automotriz (parte 2). Fuente: elaboración propia.

En el diagrama de las proveedoras, solo se considera las actividades necesarias para el abastecimiento de los suministros desde ellas hasta la OEM automotriz, no es de interés para este estudio el procedimiento que siguen para la fabricación de sus productos; y son aplica para proveedoras Tier1 JIT.

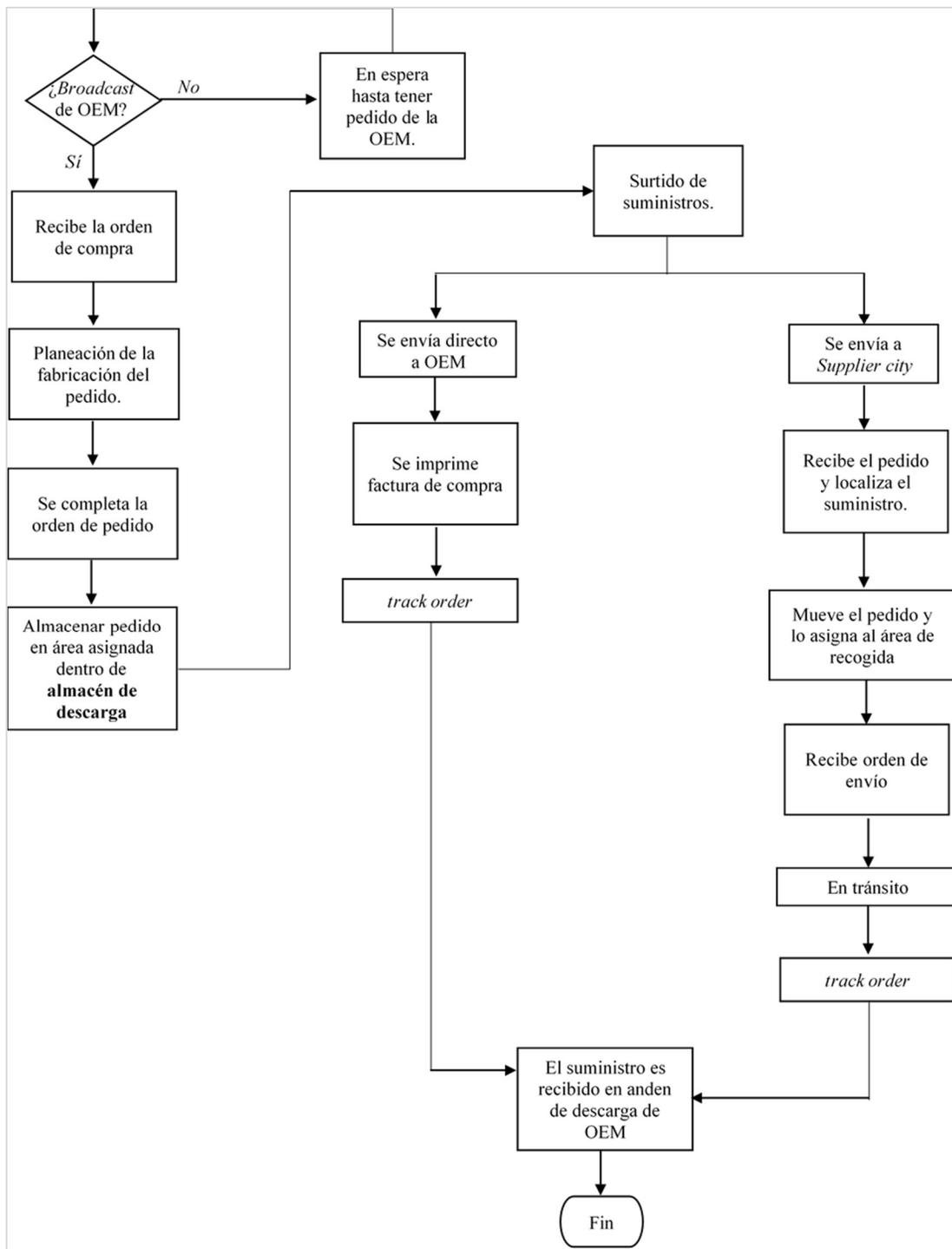


Figura 3.3. Diagrama de flujo del abastecimiento de los suministros de las proveedoras Tier1. Fuente: elaboración propia

En la segunda etapa se investigan los antecedentes, el contexto y se comienza con el trabajo de campo. En un estudio de caso la información se recolecta mediante diversos métodos (Hernández-Sampieri, 2014):

- Documentos y diarios.
- Entrevistas.
- Observación.
- Artefactos físicos.
- Las piezas de comunicación que consultan los participantes sobre la situación en general.

De los puntos anteriores, se hará uso de entrevistas, de la revisión de documentos y de recursos propiedad de la OEM, además de la observación. El recabo de la información se dará siguiendo esta secuencia:

- Revisión de la literatura: libros, revistas, bases de datos de internet y recursos propiedad de la OEM en estudio.
- Elaboración de cuestionarios: se diseñan 2 cuestionarios.
- Observación científica: visitas industriales a la OEM automotriz y sus proveedoras Tier1.
- Entrevista: se realizan tres entrevistas, realizadas a ingenieros de materiales, producción y logísticos, de las proveedoras y la OEM automotriz.

Revisión de la literatura: es un paso previo que se da antes de comenzar a realizar una investigación, con ella se realiza una aproximación del conocimiento de un tema, ayuda a identificar qué se sabe y qué se desconoce del tema de nuestro interés. Debido a la gran cantidad de literatura disponible es necesario poder conocer y diferenciar la información relevante de la que no lo es, y con ello evaluar, juzgar y localizar la documentación. Se realizará un análisis conceptual de la literatura, donde

los conceptos que son de interés se examinan con la finalidad de conocer sus características y tener una mejor comprensión del significado de dicho concepto. (Guirao, 2015).

Cuestionarios: es una técnica que se utiliza para la recolección de datos en investigaciones sociales, es un medio a utilizar para la recolección de información teórica, pero con bases prácticas, además la fiabilidad y validez del cuestionario depende de la ética de las personas que respondan al mismo, es por ello que al cuestionario se le sumará la técnica de las entrevistas y la observación. Se han diseñado tres cuestionarios de preguntas abiertas, que será respondido por ingenieros de logística, ingenieros de producción y de materiales. En caso necesario se diseñarán otros cuestionarios dependiendo de las respuestas obtenidas en los dos primeros.

- Cuestionario 1: dirigido a la OEM automotriz.

1. ¿Número de partes que se manejan en la OEM y de dónde vienen esas partes?
2. ¿Ubicación de los proveedores y componentes que fabrican?
3. ¿Cuántos números de parte proceden de proveedoras nacionales y extranjeras?
4. ¿Qué sistemas de administración de almacén utilizan?
5. ¿Qué política de inventarios manejan?
6. ¿Cómo se mueve el material dentro y fuera de la planta?

- Cuestionario 2: dirigido a las Tier1.

1. ¿Número de partes fabrican para la OEM?
2. ¿Origen de los componentes que fabrican?
3. ¿Cuántos números de parte proceden de proveedoras nacionales y extranjeras?
4. ¿Qué sistemas de administración de almacén utilizan?
5. ¿Qué política de inventarios manejan?

6. ¿Cómo se mueve el material dentro y fuera de la planta?
7. ¿Tipos de medios de transporte utilizados para el manejo de los suministros?

- Cuestionario3: dirigido a los Logísticos.

1. Describa el proceso de abastecimiento de los suministros dentro de la OEM.
2. Describa el proceso de abastecimiento de los suministros fuera de la OEM.
3. ¿Qué es cobertura y cómo se determina?
4. ¿Cuáles son los sistemas que utiliza en el abastecimiento de los suministros?
5. ¿cómo se determinan los niveles de inventario mínimos y máximos?
6. ¿Cómo maneja la logística inversa dentro de la OEM?

Dichos cuestionarios serán útiles para la detección y análisis de las siguientes variables de estudio: distancias (km), partes o suministros clave, transporte, niveles de inventario, políticas de inventario, complejidad, tiempos de entrega, tiempo de ciclo, proceso de producción, sistemas de información.

Observación científica: mediante esta será posible describir y explicar el comportamiento de un fenómeno descrito dentro de un contexto teórico, es decir contrastar la teoría con la práctica. Para llevar a cabo el análisis por observación es necesario plantearse que es lo que interesa observar, el objetivo de la observación es conocer y describir el flujo de los suministros desde el área de descarga hasta los puntos de uso de la OEM, junto con el flujo de los suministros de las proveedoras Tier1, desde su área de carga hasta el área de descarga de la OEM. En total se realizarán 7 visitas y fungirán como guías los ingenieros de materiales y producción de las empresas (Tier1 y OEM).

Entrevistas: después de recolectar la información necesaria por medio del uso de documentos y cuestionarios, se utiliza la entrevista, la cual será grabada con fines

educativos y de investigación. Terminada la entrevista se procede a transcribir el significado del material recabado mediante la ordenación y reestructuración de los datos y preparar así un análisis interpretativo y no subjetivo; primero se plantea el objetivo de la entrevista al entrevistado, de esta forma comienza la narración del experto en el tema en estudio, conforme avanza la entrevista, los entrevistadores realizarán las preguntas pertinentes de forma que se pueda obtener y clarificar la información; en resumen se desea desarrollar una conversación guiada y delimitada por el investigador, de forma que permite conocer todos los detalles a la vista y ocultos sobre el tema del flujo de los suministros dentro de la cadena de suministros automotriz en estudio.

La tercera etapa es determinar las dimensiones del problema en estudio. A continuación, se muestra un esquema que magnifica dichas dimensiones:

- Suministros que componen el mayor porcentaje del automóvil.
- Sistemas de surtido de los suministros a puntos de uso.
- Sistema de producción utilizado.
- Partes o productos relevantes para el estudio: cantidad, volumen, tamaño, tipo
- Proveedoras que están dentro y fuera del campus de la OEM: mapa
- Tiempos de entrega, *takt time*, *cycle time*
- Tipos de medios de transporte: cantidad, tipos, internos y externos.
- Modelos de inventarios utilizados
- Flujo de los suministros fuera del campus de la OEM.
- Flujo de los suministros dentro del campus de la OEM.
- Tipos de suministros.

3.5. Análisis de los datos

Al tener todos los datos necesarios se procede al análisis de los resultados y en caso de no tener resultados satisfactorios será necesario realizar una retroalimentación del diseño de la investigación. Pero si todo resulta como se planeó se procede a elaborar un reporte detallado del diagrama de flujo de abastecimiento de los suministros, el cual incluirá todas las variables de estudio, además de realizar las inferencias pertinentes de forma que se verifique la información recabada en las etapas de la investigación, incluyendo los análisis, resultados y recomendaciones pertinentes, siempre en la mejora del problema de investigación en estudio.

CAPÍTULO 4. DESARROLLO

4.1. Cadena de suministros de la OEM en estudio

La OEM prepara su plan maestro de producción para un horizonte de tiempo de tres meses (este tiempo es mayor al tiempo de entrega del componente que viene de Asia), dichas predicciones son compartidas a sus proveedores con anticipación, con la finalidad de poder embarcar los productos terminados cada dos semanas; este plan de producción es definitivo y preciso, las especificaciones del auto se determinan e informan antes de su fabricación. Las primeras dos semanas de inicio del plan maestro están congeladas, es aquí donde el volumen y la mezcla de productos no se pueden modificar. La OEM puede cambiar el color del auto el mismo día de producción, pero para evitar desperdicios solo se permite cambios en el color hasta tres días antes de iniciar el proceso de producción. Todos los proveedores que se encuentran situados dentro del *parque de proveedores* de la OEM empiezan a planificar la ejecución del pedido justo a tiempo (JIT) recibido por parte de la ensambladora.

4.1.1. Flujo de materiales justo a tiempo y sus sistemas.

La OEM basa su cadena de suministros bajo la estrategia tipo *pull*, esta estrategia garantiza a la ensambladora una cadena de suministros fluida y sin acumulación de inventario en los puntos de uso. Una cadena de suministro basada en la estrategia *Pull* inicia con las órdenes de los clientes, se activa el proceso de fabricación, después esta información es transmitida de los clientes a los diferentes actores de la cadena de suministro.

La alta complejidad del proceso de producción del automóvil, implica que los componentes y módulos utilizados en el proceso de montaje lleguen Justo a tiempo

(JIT) y en la secuencia adecuada (JIS) a los puntos de uso de la OEM, esto hace que gran parte de esta complejidad sea absorbida por los proveedores.

Dentro de la OEM, cuando la carrocería sale del área de pintura hacia la línea de montaje es cuando inicia la actuación de los proveedores en este complejo sistema de producción. Mediante el envío de un mensaje electrónico desde la OEM a la *Tier1* involucrada se confirman las especificaciones del automóvil; el canal de información utilizado por la OEM para comunicarse con sus proveedoras, y viceversa, se llama *Supplier Broadcast* (que forma parte del sistema operativo de entrega y operaciones propio de la OEM), este sistema se basa en el formato EDI (intercambio electrónico de datos), por este medio la ensambladora comunica a sus proveedoras sus pronósticos a largo plazo y pedidos JIT-JIS a corto plazo; aparece un “*reléase*” (liberación de pedido) diario dentro de un horizonte de planificación de un mes (es importante la actualización de este plan maestro, de forma que refleje el verdadero comportamiento de los clientes). Los proveedores pueden tener acceso a la información transmitida por *Broadcast* mediante el acceso al portal OEMSP (OEM *supplier portal*, portal para proveedores) que es propio de la ensambladora en estudio, y visualizar los pedidos JIT-JIS solicitados y a la vez les permite tener un entendimiento y conocimiento de los porcentajes de uso de los suministros en semi tiempo real.

La ensambladora (OEM) pide a sus proveedoras *Tier1*, con una anticipación de 3 horas, suministrar los pedidos diarios; estas 3 horas implican al proveedor contar con 1.5 horas de cobertura de inventario en zona cero de la OEM, tener 0.5 horas de cobertura de inventario en puntos de uso y tener 1 hora de cobertura de inventario en tránsito, todo lo anterior debe ser justo a tiempo y en la secuencia adecuada. Este sistema de suministro de inventario asegura siempre a la ensambladora tener un flujo de suministros óptimo (ver figura 4.1). La proveedora debe ajustar su producción de forma que pueda cumplir con la siguiente política de inventario justo a tiempo (surtido instantáneo): *Proveer un pedido de 1 hora de suministros, cuando el nivel de inventario en zona cero de la OEM llegue a 1 hora*; implica que el inventario en punto

de uso llega a cero cada 30 minutos y por ello se debe de contar con un inventario de seguridad de 0.5 horas en zona cero. Es decir, las proveedoras deben contar con un “*pipeline*” (flujo de suministros) igual a los suministros en tránsito más los suministros que están dentro del tráiler en espera de ser descargados.

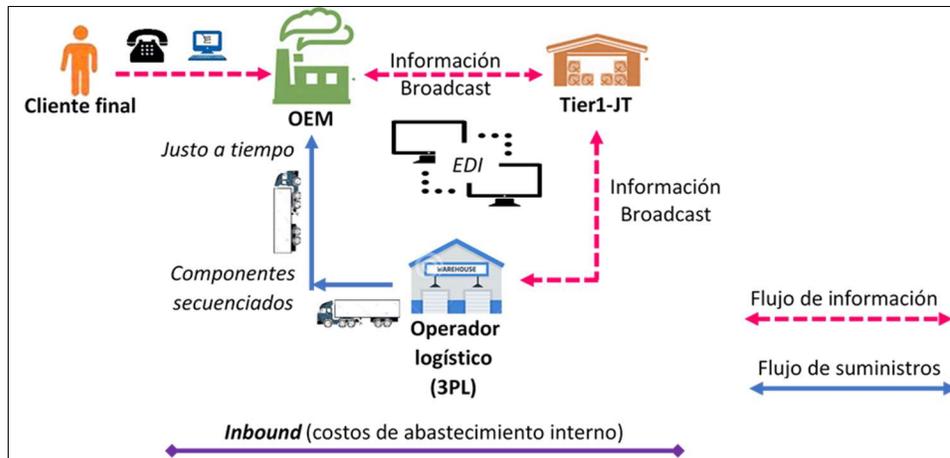


Figura 4.1. Flujo de suministros desde la proveedora hasta la OEM.

Fuente: elaboración propia.

Debido al sistema JIT, la OEM pide a sus *Tier1* ofrecer un nivel de servicio aproximado del 99.9949% con la finalidad de que el 99% del tiempo, los pedidos lleguen a tiempo y el sistema tenga inventario disponible. En este caso, el nivel de servicio alto es posible debido al JIT, este genera una rotación de inventarios alta (pedidos más pequeños y continuos).

Las proveedoras utilizan operadores logísticos y empresas transportistas para llevar las ordenes directamente a la OEM, estos se encargan de procesar los componentes en forma de subensambles o módulos y de entregarlos en el tiempo y la secuencia pedida. En esta cadena de suministro existen dos tipos de operadores logísticos: los operadores logísticos tipo 3PL y los operadores logísticos solo de transporte de suministros; los primeros se encuentran dentro de la OEM (son dos empresas 3PL) y los segundos se localizan dentro del parque de proveedores (son 2

empresas que se encuentran aproximadamente a 2.3 km) y cerca de la OEM (1 empresa a 762.34m). Aproximadamente, 158 camiones realizan 817 viajes diarios entre el parque de proveedores y la OEM, de los cuales el 90% los realiza las empresas transportistas que se localiza dentro del parque de proveedores y el 10% restante de los viajes los realiza la empresa transportista que se encuentra cerca de la OEM.

Cuando el pedido de la proveedora llega al área de recepción de la OEM, se procede a recibirlo antes de que este ingrese a la empresa, es en este momento la actuación de los diferentes operadores logísticos 3PL en la operación de surtido de los suministros a puntos de uso dentro de la OEM, aproximadamente ellos se encargan del recibo del 97% de los suministros. Las características del pedido del proveedor se pueden visualizar en el sistema SMART (sistema de surtido y rastreo del material a punto de uso, propio de la OEM), en la sección *Details* (detalles) del sistema, (guía de remitente, de transportista, pesos y medidas, fecha y hora de llegada, nombre de la empresa transportista, nombre del chofer, tipo de unidad, cantidad de suministros, etc.).

Los operadores logísticos reciben los suministros de los proveedores, pero antes de proceder a descargarlos deben revisar que tengan los documentos pertinentes (albarán de entrega, pedido del proveedor o factura), si todo está en orden, se procede a dar entrada al tráiler al muelle de descarga, donde la caja de tráiler se asegura a la rampa, los suministros son trasladados de los tráiler con la ayuda de “*conveyors*” (bandas transportadoras) hacia el área de descarga con montacargas y, colocado después en el área de espera para su verificación, se revisa que el pallet contenga todas las características plasmadas en el “*master*” (contiene la información contenida en la sección *Details* del sistema SMART), cuando pasa la verificación se procede al almacenaje en su área delimitada dentro de la zona cero (se le da “*Book*” o cierre al suministro). Estos administradores logísticos tienen la competencia necesaria para desempeñar un óptimo manejo de los suministros; así la

ensambladora se deslinda de las decisiones sobre el manejo de los suministros. (ver figura 4.2).



Figura 4.2. Primeros pasos del procedimiento de gestión de suministros en almacén. Áreas de competencia de los operadores logísticos.

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de aceptar o rechazar los pedidos de los proveedores, se debe de actualizar el sistema CMMS (sistema de administración de materiales), tanto para confirmar la llegada del pedido como para regresar al proveedor el pedido no conforme o entregarlo al proveedor de *scrap* (empresa encargada de la gestión del suministro catalogado como desperdicio), estos suministros se colocan antes de su devolución o deshecho en el área de inventario MRB (*material review board*, materiales no conformes).

El proceso de recepción es rápido debido a que los proveedores JIT, que forman parte del parque de proveedores, cuentan con certificaciones que avalan que sus pedidos serán entregados en el tiempo, en la cantidad, con las especificaciones solicitadas y con la calidad deseada, dicha certificación se conoce como Q1.

Un día antes, el operador logístico realiza la programación de los pedidos planeados que se recibirán, en la OEM, el siguiente día, esta programación incluye a los transportistas que utilizan las proveedoras Tier1 y de la OEM; esta programación se realiza en el sistema CMMS al ejecutar el “programa de descarga”, al cual se le programa con ciertos parámetros de cobertura, dependiendo del suministro. A la programación los logísticos le llaman “ventanas”, cada una de estas contempla un horario en el que el pedido debe llegar a la ensambladora.

4.1.1.1. *Sistemas de abastecimiento interno.*

Cabe resaltar, que los operadores logísticos administran cierto tipo de suministros dentro de la ensambladora, y esta administración se lleva a cabo por medio de tres sistema de surtido de suministros: Tarjeta (*Card*), Llamada (*Call*) y Autollamada (*Autocall*), todos ellos contenidos en el sistema central de surtido de materiales a punto de uso llamado SMART; todos estos sistemas funcionan bajo la tecnología de radio frecuencia (R.F), que mediante una antena R.F, permite enviar y recibir información entre todos estos sistemas (Figura 4.3).

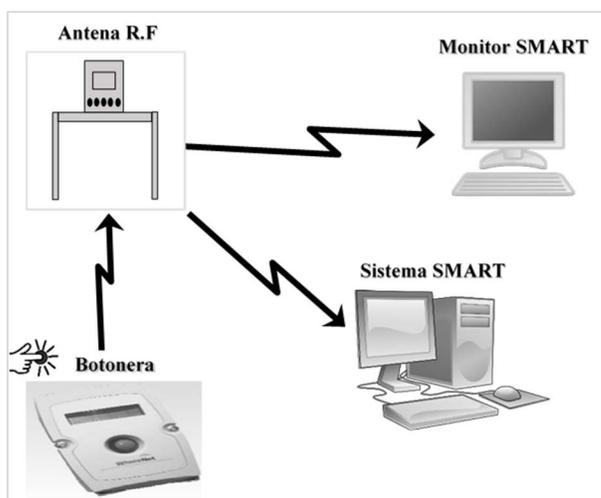


Figura 4.3. Forma de comunicación del sistema SMART, dentro de la OEM.
Fuente: elaboración propia con imágenes de internet.

Los suministros que se surten utilizando el sistema *Call* son controlados por medio de un inventario de máximos y mínimos, observados por el operario del punto de uso, quien al notar un nivel de inventario mínimo hace el “llamado” con su botonera de R.F, presiona el botón disparador una vez para registrar su pedido, la señal se envía al sistema SMART y de este a la pantalla MRT (terminal móvil de radio) instaladas en los montacargas, (en caso de no contar con esta pantalla, existen monitores fijos localizados en cinco puntos estratégicos de la ensambladora, donde es posible imprimir la lista de requerimientos de suministros (*picklist*), tiene la misma función que la pantalla MRT) lo toman de zona cero y lo rutean al punto de uso que

lo solicite, cuando llega el pedido se surte el suministro hasta que el nivel de inventario llegue al máximo, después el operario presiona de nuevo el botón para así comprar su pedido y cerrar la venta, el sistema se actualiza y se tiene un tiempo de entre 5-20 minutos para realizar el resurtido en el punto de uso. Los suministros ruteados por el sistema *Call*, pero que vienen en forma de subensambles de proveedores o en forma de kits (consolidado de partes siguiendo la base de datos KS SMART, y se mueven en pallets), se surten directamente o se crean los kits en el mercadito del punto de uso (Figura 4.4).

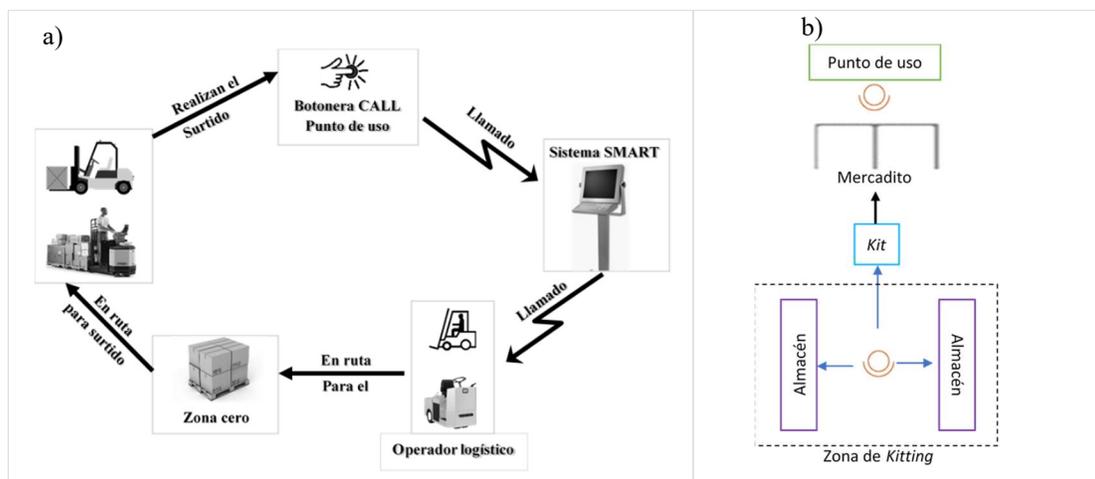


Figura 4.4. a) Sistemas de surtido interno de suministros de la OEM, Sistema *Call*.
 b) Ejemplificación del Kiteo de suministros en punto de uso.
 Fuente: elaboración propia con imágenes de internet.

Para aquellos suministros que se encuentran en el almacén interno, como por ejemplo la tornillería, el resurtido a punto de uso se genera mediante el sistema *Card*, por lo general el surtido es cada 2 horas y se verifica su requerimiento en pantallas MRT (*picklist*), también funciona por medio de botonera; estos suministros se almacenan en cajas o contenedores pequeños que se encuentran a pie de línea en el punto de uso. La Figura 4.4 a), ilustra este sistema, la diferencia se encuentra en el tipo o característica del suministro que se debe resurtir a punto de uso.

En el sistema *Autocall* (Figura 4.5), se genera el pedido cuando el nivel de inventario en punto de uso llega a un punto de reorden (varía dependiendo del suministro y de su consumo planeado), la señal se envía al sistema SMART y de este a la pantalla MRT (terminal móvil de radio) instaladas en los montacargas; cuando el contenedor pasa por un disparador o *Trigger point* la cantidad de suministros se descuenta automáticamente del sistema (SMART y CMMS) y de los lectores PDU (localizados en puntos de uso), estos dos sistemas se actualizan y se tiene un tiempo de entre 5-20 minutos para realizar el resurtido en el punto de uso.

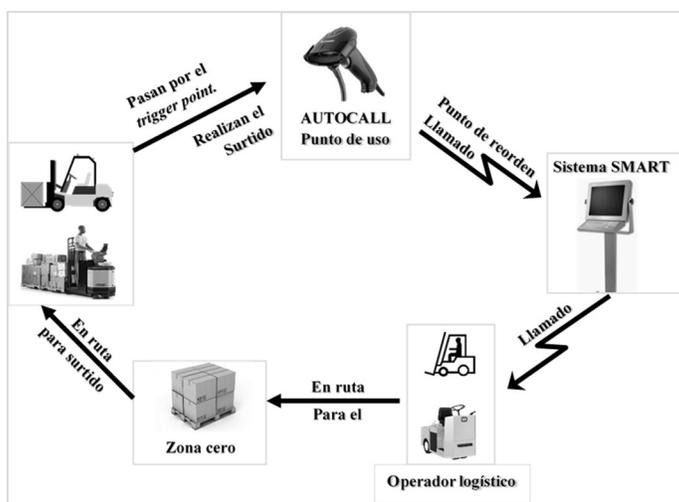


Figura 4.5. Sistemas de surtido interno de suministros de la OEM, Sistema Autocall.
Fuente: elaboración propia, con imágenes de internet.

En el resurtido de suministros por cualquier sistema, el operador logístico toma los contenedores vacíos y los traslada al área de equipo retornable (el proveedor dueño del contenedor se los lleva) o al área de material desechable (la ensambladora utiliza empresas externas para gestionar el manejo de estos materiales).

Algunos suministros tipo “*Batch*”, como los interiores que son partes estéticas, de vistas o de color para el auto, los cuales llegan en contenedores pequeños, son solicitados por medio del sistema CMMS en lugar de *Broadcast*.

Los suministros de poco volumen, pero de alta rotación, conocidos como *estándar pack* (paquete estándar), son requeridos frecuentemente a la proveedora, esta envía el número de *packs* necesarios para satisfacer el pedido de la ensambladora, por medio de la empresa transportista (llamada coloquialmente como “lechero”).

4.1.1.2. Aplicación de los sistemas internos de reabastecimiento en dos proveedoras Tier1.

Para ejemplificar el abastecimiento de suministros para la OEM por parte de las proveedoras Tier1, se selecciona a dos de ellas en relación a su porcentaje de participación en la fabricación del automóvil: del 70-80% de los suministros del automóvil son fabricados por la Tier1 de módulo de tablero, y el 40% de los suministros del auto los fabrica la Tier1 fabricante del módulo de asientos. A continuación, se realiza la descripción de reabastecimiento de dichas proveedoras.

Algunas proveedoras, como por ejemplo la Tier1 que suministra el módulo del tablero del auto, partes interiores y módulos de puertas, envía sus suministros a la ensambladora por medio de una empresa logística, la cual se encarga del recibo, almacenamiento, resguardo y envío de estos suministros, y también por medio de una empresa transportista. En el caso del tablero, este se envía a la OEM secuenciado, en *racks* diseñados para el almacenamiento de 3 tableros; en el área de embarque de la Tier1 un montacarguista se encarga de colocar los *racks* en el tráiler, cuando este se llena (aproximadamente con 30 a 40 tableros), se dirige directamente a la ensambladora, todo este procedimiento debe de tener una duración de 30 minutos. Como estos suministros son de baja densidad se espera que de 1 a 3 tráiler estén en espera de ser descargados (es una espera entre 30 a 80 min), esto significa que no es posible disponer de un área de almacenaje mayor debido al espacio volumétrico que ocupan y poco espacio disponible en planta (es más costoso ampliar el espacio de almacén en planta que el costo financiero del suministro). Cuando el tablero llega a la OEM, se descarga por medio de

montacargas (operadores logísticos internos) y los ubican directamente en el punto de uso, el cual es operado por robots. En el caso de partes interiores del auto (que son de alta densidad), esta proveedora utiliza una empresa logística 3PL para que administre dichos suministros, esta empresa logística utiliza el sistema WMS (*warehouse management system*, sistema de gestión de almacén) y se comunica con la OEM por medio de *Broadcast*; la empresa logística reacciona ante el llamado por suministro (*Autocall*) y debe cumplir con la misma cobertura que todos los proveedores JIT (3 horas de cobertura); la forma de transporte utilizado para estos suministros es por medio de camiones tipo batanga. Otra de las razones por las que esta proveedora utiliza a una empresa logística para administrar sus suministros, es que un porcentaje alto de su almacén interno está lleno con inventario tipo *Bailment*, el cual utiliza en la fabricación de los suministros pedidos por la OEM; este inventario es pedido por directamente por la OEM, pero enviado a la Tier1, la cual se encarga de administrarlo. Todos los suministros abastecidos por esta Tier1, se mueven por medio del sistema *Autocall*. Sus contenedores son equipos retornables.

La empresa que provee los asientos del auto, recibe los pedidos de la OEM por medio de *Broadcast*, el tiempo que transcurre desde que llega la señal y se fabrica el suministro es entre 4-6 horas; almacena los productos en su almacén de embarques, que se encuentra al final de la línea de producción, de forma secuenciada y en orden FIFO, solo para ser tomados del anaquel y transportados por un montacarguista (siguiendo el sistema *CALL*) al tráiler tipo cortina lateral (empresa transportista); cuando el tráiler está lleno, aproximadamente con 40 productos terminados (un producto terminado cada 55 segundos) se envía directamente a la OEM (en 30 minutos). La proveedora envía entre 8 a 10 tráileres por turno de trabajo, con una distancia aproximada de 4 minutos. En este caso el suministro de salida no se escanea o descuenta del inventario de la proveedora, este se “paga” a la proveedora hasta que pase las pruebas realizadas por la OEM y se instale en el auto, en ese momento el asiento se descuenta de sistema de la ensambladora y de la Tier1. Llega el tráiler y la misma empresa transportista realiza la descarga de los suministros, es

decir realiza el trabajo que hacen los logísticos internos en zona cero; esta empresa transportista maneja un sistema de gestión tipo ERP (*Enterprise resource planning*, planeación de recursos empresariales). Cabe resaltar que esta proveedora tiene dos sistemas de inventario: *pull* y *push*, el área de ensamble del asiento es un sistema *pull* con inventario máximos y mínimos, el área de *foam* (uretanos) maneja el sistema *push* con inventarios de revisión periódica; todos sus inventarios son propios.

4.1.2. Medios de transporte en el abastecimiento de suministros JIT.

Aproximadamente se realizan 129,086 viajes diarios de las proveedoras JIT hasta la OEM automotriz, y en estos viajes se movilizan, aproximadamente 5'163,440 suministros diarios (suponiendo que cada camión transporta 40 piezas). Dentro de la ensambladora se utilizan los siguientes medios y equipos de transporte:

Montacargas.	Equipos remolcadores.	Dolly para montacarga.
		

Figura 4.6. Medios de transporte utilizados en el abastecimiento de los suministros.
Fuente: <https://www.crown.com/es-la/forklifts.html>

Los montacargas se utilizan para transportar suministros paletizados o en contenedores especiales, estos se pueden trasladar dentro de zona cero y en puntos de uso, sin embargo, su uso principal es en zona cero.

Los equipos remolcadores se usan para movilizar suministros paletizados, en contenedores especiales o en cajas, pero son de poco volumen y densidad, se trasladan principalmente dentro de las áreas de los puntos de uso.

Los Dolly son transportes utilizados para la descarga de los suministros en zona cero o llevar suministros a puntos de uso en donde se quedan hasta que el suministro se termina.

Para el movimiento de los suministros de las proveedoras hasta la OEM, se utiliza el método conocido como “cajas secas”, las cuales son medios de transporte como tráiler o camiones con contenedores en los que se colocan los suministros.



Figura 4.7. Caja seca para tráiler, tráiler tipo cortina y camión.

Fuente: <https://www.transporte.mx/cajas-secas/>, http://www.cymacarrocarias.com/myportfolio/cajas-secas/http://losconstructorestextiles.com/cortinas_correderas.html

El medio de transporte utilizado para la movilización de los suministros fuera y dentro de la OEM automotriz, forma parte de la planeación estratégica de la logística del flujo de los suministros, no solo se trata de mover los suministros de un lado a otros sino de satisfacer una necesidad que al largo plazo terminará dando valor al producto final y a toda la cadena de suministros.

4.1.3. Flujo de materiales que no son justo a tiempo.

Las Tier1 que se encuentran fuera del parque de proveedoras (dentro de la república mexicana, Estados Unidos de América, Canadá, Europa y Asia) no son consideradas proveedoras JIT, esto debido a que sus tiempos de entrega son entre 1 a 60 días y su localización es de más de 3000 millas (4828 km). Estas proveedoras reciben los pedidos de la OEM por medio del sistema CMMS y preparan dichos pedidos para que lleguen en el momento y la cantidad deseada.

Los suministros que vienen por mar (*overseas*, son de Europa y Asia) o de Norte América (E.U.A y Canadá), se les clasifica como “*batch*”, estos llegan por tren, barco o en “cajas secas”. Estos suministros llegan a la frontera norte (suministros de Norte América) o a la frontera del puerto de Veracruz (suministros *overseas*), refiérase a la Figura 4.8, ahí los agentes aduaneros contratados por la OEM automotriz (NAD y Livingston) realizan las actividades necesarias desde el recibo hasta la autorización de pase del medio de transporte que moviliza los suministros, refiérase a Figura 4.6 para mayor detalle de estas actividades aduanera, en la frontera, también se encuentran localizados los operadores logísticos de transporte; al tener el derecho de pase, los operadores logísticos transportan los suministros directamente a la OEM o al almacén de consolidación. Los operadores logísticos realizan la programación de los pedidos *overseas* o de Norte América, mediante la ejecución del programa de descarga en el CMMS, dando prioridad a los suministros críticos y con cobertura de menor a mayor, por ejemplo: primero se descargan los de cobertura 0.5, luego 0.8 y al final los de 1.0 días; se selecciona el suministro a descargar, se realiza el proceso de descarga y verificación, si se aceptan se procede a su traslado al lugar de destino, en caso de no pasar la verificación se realiza el pedimento con las claves correspondientes y se procede a la devolución y la importación temporal del suministro (artículo 97 y 127 de la Ley Aduanera de comercio exterior de México).

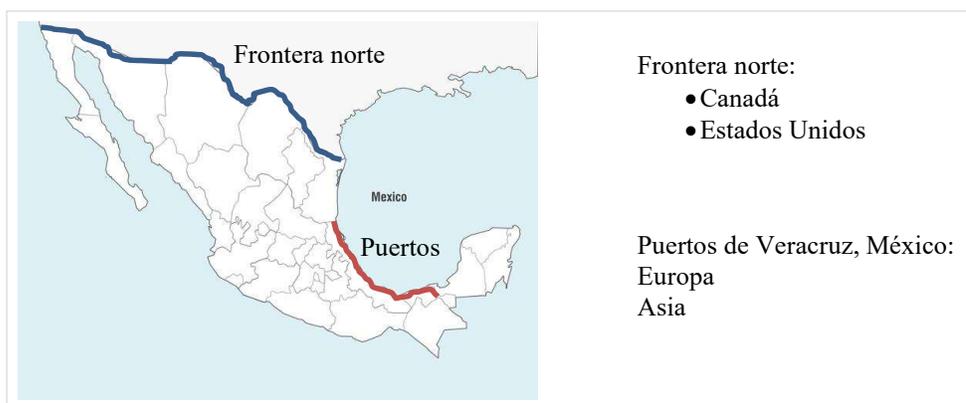


Figura 4.8. Mapa localización de proveedoras en México.
Fuente: elaboración propia

La ensambladora solicita a las proveedoras que se localizan dentro de la república mexicana una cobertura de 1.5 días de suministros; estas proveedoras se localizan dentro del rango aproximado de 804km a 1931km (500 a 2000 millas), estos suministros pueden llegar directamente a la OEM o a un almacén de consolidación de pedidos situado dentro del parque de proveedores (en el caso que el almacén de la Tier1 no tenga capacidad de almacenamiento). Llega el tráiler y la misma empresa transportista realiza la descarga de los suministros, es decir realiza el trabajo que hacen los logísticos internos en zona cero; esta empresa transportista maneja un sistema de gestión tipo ERP (*Enterprise resource planning*, planeación de recursos empresariales); se encarga de la recepción, descarga, control y manipulación, almacenaje, retiro, *picking* (recolección de los ítems), consolidación, preparación, carga, despacho y distribución de los suministros.

El proceso de surtido de los suministros que llegan de proveedoras situadas en Canadá, Estados Unidos de América, Europa y Asia, es diferente porque los suministros deben pasar por la frontera mexicana norte y el puerto de Veracruz, México. Los suministros solicitados a las proveedoras de Canadá y EUA, ubicadas a no más de 3000 millas, deben pasar por la frontera norte de México (debido a las limitaciones de estudio, solo se describirá el procedimiento de surtido de la frontera a la OEM, para ver todo el proceso referirse a la figura 4.9); La ensambladora solicita a las proveedoras una cobertura de entre 3 a 6 días de suministros; su procedimiento de surtido es igual al realizado para los suministros localizados en México; todos los equipos y materiales utilizados en el empaque y embalaje de los suministros son del tipo retornable. Al igual que los suministros que pasan por la frontera norte de México, los suministros que proceden de Europa y Asia siguen el proceso de importación mostrado en la figura 4.9; los suministros viajan, por mar, una distancia de más de 3000 millas para arribar al puerto de Veracruz, en total deben pasar 60 días para que los ítems lleguen a la OEM, y por ello la ensambladora pide a estas proveedoras una cobertura de 1 mes de suministros; en esta situación los equipos y

materiales de empaque y embalaje no son retornables, aquí la OEM debe encargarse de su disposición.

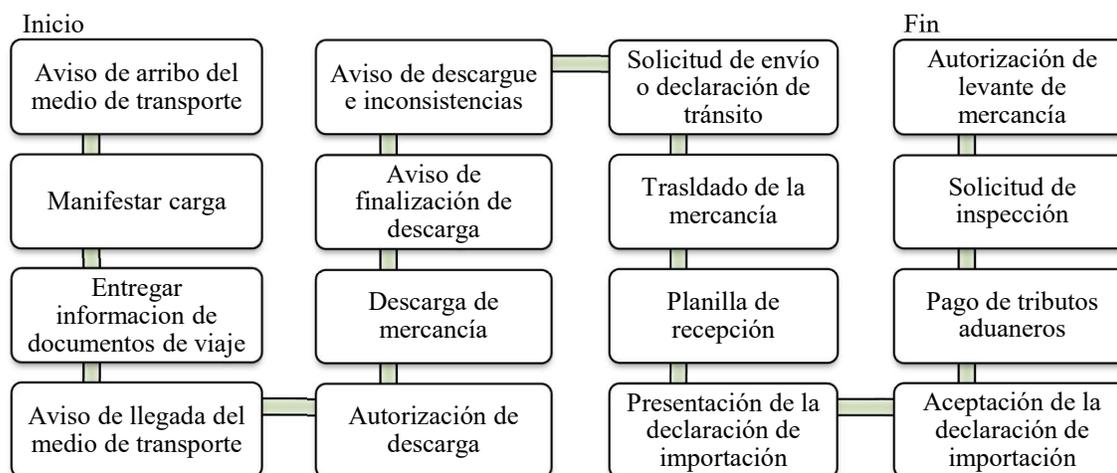


Figura 4.9. Procedimiento de importación de mercancías.

Fuente: elaboración propia con información de Comercio y aduanas.com (3 enero 2019)

Cabe resaltar que estos suministros a pesar de considerarse no JIT, deben llegar a la ensambladora justo a tiempo, para ello es necesario que su cobertura sea amplia, de forma que permita asegurar un inventario de seguridad suficiente hasta el siguiente pedido.

Con los suministros entregados en los puntos de uso, puede seguir caminando este complejo sistema de producción automotriz, donde, el suministro encontrado en los mercaditos es ensamblado en la carrocería del auto siguiendo la secuencia establecida: ensamble mecánico, exterior, interior, verificación y pruebas finales (ver figura 4.10); el automóvil está listo para ser entregado al cliente. Un automóvil tarda en promedio un plazo de 8 días en ser ensamblado, este plazo es desde la recepción del pedido hasta su ensamble final, sin embargo, la entrega del automóvil al usuario final es de aproximadamente un mes; el cliente está dispuesto a esperar ese tiempo por su auto personalizado.

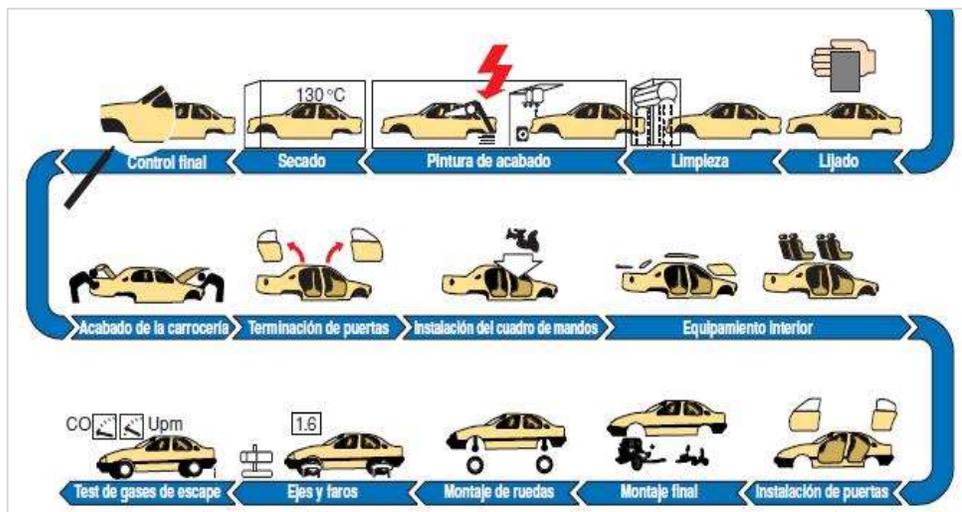


Figura 4.10. Proceso de montaje de un automóvil.
Fuente: Alfonso Delgado Gonzales (Blog post, 2013).

4.2. Porcentajes de suministros por localidad

La cantidad de suministros solicitada a los proveedores depende en gran medida de su localización geográfica y a todos los procedimientos necesarios para que el producto llegue al cliente, pero de forma rentable, es decir reducir al mínimo el costo total de los inventario (costo total es igual al costo de almacenar más costo de pedido).

El **Bill of materiales** (BOM, lista de materiales) que conforman al automóvil es de aproximadamente 4970 partes (varía dependiendo del modelo y sus opciones), repartidas de la siguiente forma: el 1.6% provienen de Canadá, el 32.5% de EUA, de México provienen 61.3%, se piden a Europa el 4% y de Asia el 0.6%.

En la Figura 4.11, se observa que la mayor parte de los suministros vienen de México y Estados Unidos, esto se debe a la cercanía de las proveedoras, que se encuentran en un rango de 1 hasta 1200 millas (1.61 a 3219 km) con respecto a la OEM automotriz en estudio. Aproximadamente, México provee a la OEM con 3047 suministros y EE.UU. provee la cantidad de 1615 suministros; de los suministros que

proviene de México, aproximadamente el 64.8% de ellos pertenecen a las Tier localizadas cerca y dentro del parque de proveedoras.



Figura 4.11. Mapa de proveeduría en porcentaje de partes suministradas. Fuente: elaboración propia con información de la OEM en estudio. Imagen del mapa de internet.

Esas 4970 partes se combinan para formar gran variedad de autos, hasta hoy son en total 60,000 las opciones de autos que se pueden configurar con ese número de partes.

4.2.1. Porcentajes de integración de las partes con respecto a su origen.

En la Figura 4.11, se puede observar que gran parte de los suministros utilizados por la OEM automotriz proviene de proveedoras localizadas dentro del territorio mexicano, por tanto, ¿se puede inferir que dichos suministros son de origen mexicano? La definición de valor de contenido regional (VCR) expresa un porcentaje que mide en que grado una mercancía ha sido producida en la región local del productor, este porcentaje se ve influenciado por el origen de los componentes o materias primas utilizadas en la fabricación del producto y por su localización de fabricación (oncore, 2018). El nuevo tratado de México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC) determina que, para el primer año de vigencia, previsiblemente 2020, el

VCR será de 66% y en los años siguientes se incrementará gradualmente: 69% en 2021, 72% en 2022 y 75% en 2023 (T-MEC, Art. 4-B.3-1) (Okabe, 2019). Las normas de origen dictan los criterios necesarios para determinar la procedencia nacional de un producto, en el caso de las autopartes, Okabe las divide en tres categorías: esenciales, principales y complementarias, estableciendo que para aquellas que son esenciales (carrocería y chasis, motores, sistemas de dirección y de suspensión, ejes) se debe de tener un VCR mínimo del 75%, para las que son principales (partes de carrocería, parachoques, escapes, partes interiores, asientos y sus partes, llantas y rines, entre otros) un mínimo del 70% de VCR, y para las complementarias (paneles de instrumentos, interruptores, válvulas, iluminación, cerraduras, audio, etc.) como mínimo un 65% de VCR.

En el caso de la OEM automotriz en estudio, se ha determinado que los autos que fabrican tienen un 63% de contenido regional, según el investigador Juan Flores, basándose en el origen de los suministros que forman parte, en mayor porcentaje, del del auto (tablero en un 70-80% y asientos en un 40%); y de acuerdo a lo que establece el valor de contenido regional, cumple con el acuerdo establecido en el anterior tratado, TLCAN, debe seguir trabajando para poder llegar al porcentaje de VCR pedido por el T-MEC (falta un 3%), y en cuanto al origen de las autopartes, deben estar entre el 65 a 75% de VCR.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La adecuación de los sistemas al comportamiento y las expectativas del cliente es lo que resalta en esta industria, sin embargo, esta exigencia obliga a generar mayor variedad de modelos, lo que implica cambiar la forma de producir, volviendo a este sistema cada vez más complejo, trayendo consigo un aumento en los costos y en la flexibilidad de fabricación. Una estrategia para reducir los costos y la complejidad del proceso de fabricación, es la aplicación de conceptos *lean manufacturing* (manufactura esbelta) como el justo a tiempo, además de contar con la modularidad y su subcontratación, acercar más a los proveedores y ensamblar más automóviles en una misma línea de producción. La OEM pide a sus proveedoras de primer nivel fabricar módulos (diseño y fabricación), los cuales se pueden ensamblar fácilmente en el automóvil; reducir las distancias entre las áreas de producción y de distribución.

Esta cadena de suministros está formada por las proveedoras Tier, los transportistas, por centros de distribución y al final por la OEM. La relación OEM-Tier es cada vez más estrecha, esto debido a que gran parte de los suministros que conforman el auto vienen de las proveedoras, añadiendo con ellos más valor al producto final; la fidelidad o lealtad se genera solo si el suministro se entrega en el lugar, en la forma y el tiempo solicitado. Sin olvidar la integración de estas empresas con los transportistas y logísticos, quienes son un pilar fundamental en el movimiento y reabastecimiento de los suministros, le dan valor a esta cadena gracias a sus proceso eficiente, puesto que sin suministros el automóvil no se puede fabricar; dicho valor está definido por la satisfacción del cliente, las ventajas competitivas que ofrecen y los retornos de inversión que generan, esto dirigido a todos los actores de esta cadena de suministros.

El movimiento de los suministros es vital para la vida de la línea de producción automotriz, es necesario identificar y diseñar un sistema que ayude a resolver el problema de reabastecimiento de los suministros que llegan a la OEM y su

movimiento dentro de esta. Dicho sistema debe considerar o contestar las siguientes preguntas: ¿qué suministros se van a movilizar, sus características y cantidades?, ¿de dónde deben provenir, donde debe entregarse y almacenarse?, ¿Cuándo se necesita, cuando debe moverse?, ¿cómo se mueve, almacena, registra?, ¿Quién debe manejarlo?, ¿Cuál es el sistema de manejo de suministros que se tiene y cuál es que debería tener? En resumen, si sumamos los suministros más los tiempo y movimientos más los métodos empleados obtenemos como resultado el sistema de manejo de suministros más recomendable (Platas & Cervantes, 2014).

A pesar de todas las actividades a considerar, el manejo de los suministros no genera valor directamente al producto, es por lo que se necesita optimizarla. Es conveniente resaltar que manejar los suministros es más complejo que moverlos, es decir gestionarlos (movimiento, almacenamiento, manipulación, transporte, embalaje y ubicación de los suministros) es más complejo, puesto que moverlo solo es realizar una transformación de ubicación.

Se resalta, también de esta industria, el uso de sistemas integrados y centralizados de reabastecimiento, como el Broadcast, SMART y CMM, los cuales son ejecutados por la OEM y todas sus proveedoras afiliadas, esta integración facilita enormemente el flujo de la información entre empresas y minimiza muchos procesos complejos que hacen perder tiempo en una empresa donde el tiempo es dinero. La OEM terceriza muchos de sus procesos, como los logísticos y los de diseño y fabricación de módulos. Las empresas logísticas que trabajan dentro de la OEM y que fueron entrevistadas, comentan que los procesos que se utilizan en la ensambladora son eficientes, sin embargo sienten mucha presión debido a la actividades que realizan en zona cero y en puntos de uso, la cual es debida a la complejidad y tamaño de este proceso productivo, ellos son los encargados de reabastecer los suministros en puntos de uso en el tiempo y cantidad pedida, en caso contrario esto puede causar que se retrase y en caso extremo que se pare la línea de producción, en esta situación la culpa es de ellos y no de OEM. Comentaron también que falta un sistema de gestión de los equipos y material retornables, ellos

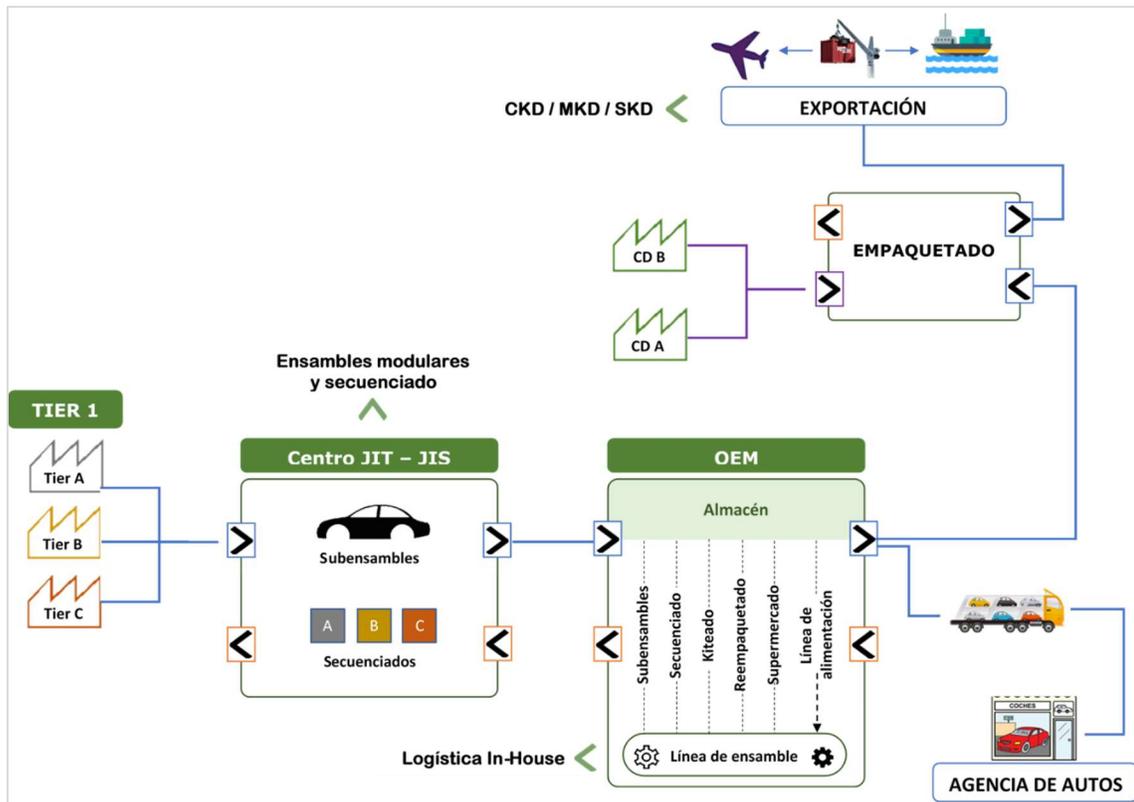
saben exactamente qué deben hacer con los “vacíos” o los retornables: los colocan en el área de vacíos, pero debido a la logística propia de algunos proveedores dichos vacíos pueden permanecer hasta meses en esa área, apilándose. La OEM comenta que se está trabajando en un procedimiento más eficiente para gestionar el área de retornables.

En esta investigación se puede dar un vistazo de la complejidad de esta industria, y solo se analizaron los sistemas de reabastecimiento de las Tier de primer nivel a la OEM, esta investigación puede ser más extensa si alargamos más el análisis de la cadena de suministro automotriz añadiendo a las proveedoras de segundo y tercer nivel (están fuera del alcance de esta investigación), además de dejar por fuera los sistemas internos de reabastecimiento a puntos de uso de las proveedoras. La finalidad de esta investigación es dejar un fuente sólida para futuras investigación sobre este gran y complejo sistema productivo.

ANEXOS

Anexo 1: Figura representativa del flujo logístico de los materiales

Fuente: Elaboración propia con información de Kristian Matence.



BIBLIOGRAFÍA

- Automotive news. (25 junio 2018). Top 100 global suppliers (supplement). Pág. 4-8. Consultado el 16 de junio de 2019. Recuperado de: <https://www.autonews.com/assets/PDF/CA116090622.PDF>
- Ballou, R. (2004). Logística: administración de la cadena de suministro. México, D.F.: Pearson. 5ª. Ed.
- Boletín económico de ice nº 2970, del 1 al 15 de agosto de 2009. Gabriela Ribes Giner. Extraído de: http://www.revistasice.com/cachepdf/BICE_2970_21-30_05EA608D524124160A7634FCD72F2C1E.pdf
- Brunnermeier, S. & Martin, S. (1999). Interoperability Cost Analysis of the U.S. Automotive Supply Chain. Research Triangle Institute Center for Economics Research. Research Triangle Park, NC 27709 (Final Report).
- Cabrera, R. C. (2013). Análisis del mapeo de la cadena de valor. (Pág. 6-9). Consultado el día 21 de noviembre de 2016. Recuperado de: <https://eddymercado.files.wordpress.com/2013/05/analisis-del-mapeo-de-la-cadena-de-valor.pdf>
- Chopra, S. & Meindl, P. (2013). *Administración de la cadena de suministro: estrategia, planeación y operación*. 5ª ed. México, D.F.: Pearson.
- Comercio y aduanas. Como iniciar tu negocio de importación 2019. Publicado el 03 de enero de 2019. Recuperado el 12 de junio de 2019 en: <https://www.comercioyaduanas.com.mx/comoimportar/como-iniciar-negocio-importacion/>
- Delgado, A. (20 de octubre 2013). Carrocerías de vehículos, tipos y componentes [Blog post]. Consultado el día 19 de mayo 2018. Recuperado de:

<https://alfonsodg7.wordpress.com/2013/10/20/carrocerias-de-vehiculos-tipos-y-componentes/>

Diálogos con la industria automotriz 2018-2024. (2018). La Industria Automotriz potencia y dinamiza el crecimiento y desarrollo económico de México [versión digital]. pág.4, 6, 10.

Díaz, H. (2016). Gestión de la cadena de suministro, almacenamiento: logística y abastecimiento. Editorial Macro EIRL. Primera edición. Lima, Perú. Pág. 151,175, 179, 180, 232-239.

Duran, A. (20 noviembre de 2018). ¿Cuál es la diferencia entre personalización y customización? Academia [Blog post]. Consultado en: <http://blog.masterbase.com/cual-es-la-diferencia-entre-personalizacion-y-customizacion>

Economía de México (s.f). Consultado el día 16 de octubre de 2017 en el sitio web: <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/default.aspx?tema=E>

ECURED: enciclopedia cubana. (s.f). Radiofrecuencia. Consultado el día 23 de junio de 2019. Recuperado de: <https://www.ecured.cu/Radiofrecuencia>

EDICOM. (s.f.). Qué es EDI. Consultado el día 23 de junio de 2019. Recuperado de: https://www.edicomgroup.com/es_MX/solutions/edi/what_is.html

“Estudio de prospectiva tecnológica para la manufactura de troqueles y su aplicación en el Contexto nacional” 2014. (s.f.). Extraído el día 06 de enero de 2017. Consultado en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/184120/12-189_Estudio_de_prospectiva_tecnologica_para_la_manufactura_de_troqueles_y_su_aplicacion_en_el_contexto_nacional_Parte1.pdf

Expansión en alianza con CNN. (03 de enero de 2018). La venta de vehículos en México retrocede 4.6% en 2017. Consultado el 16 de junio de 2019.

- Recuperado de: <https://expansion.mx/empresas/2018/01/03/la-venta-de-vehiculos-en-mexico-retrocede-46-en-2017>
- Expansión / datosmacro.com. (s.f). Producción de vehículos en México 2018. Consultado el 16 de junio de 2019. Recuperado de: <https://datosmacro.expansion.com/negocios/produccion-vehiculos> y <https://datosmacro.expansion.com/negocios/produccion-vehiculos?anio=2017>
- Flores, J. (2019). Caracterización teórica de una cadena de suministros. Tesis de investigación (tesis de grado). Instituto Tecnológico de Hermosillo, Hermosillo, Sonora.
- Forbes Staff. México se perfila como la economía 10 a nivel mundial. *Forbes México* [en línea]. Volumen y numero ND. 20 febrero de 2014. [Fecha de consulta: 12 diciembre de 2016]. Sección negocios. Disponible en: <http://www.forbes.com.mx/mexico-se-perfila-como-la-economia-10-nivel-mundial/#gs.ofFwYKA>
- Ford Motor Company. (2017). Acerca de Ford. 11 de junio de 2017, de Ford Motor Company Sitio web: <https://www.ford.mx/content/dam/Ford/website-assets/latam/mx/acercade/fmx-negocio-fuerte.pdf> y <http://www.ford.es/AcercadeFord/NuestraCompania>
- García, A. (julio 2016). Breve historia de la administración de la producción y de las operaciones. Catedra de operaciones y análisis cuantitativo, Universidad de los Andes, Mérida. Pág. 2. Consultado 15 de mayo de 2017. Recuperado de: <file:///C:/Users/loriy/Desktop/maestría%202018/INFO%202019/Historiap.pdf>
- Guirao, S. J. A. (2015). Utilidad y tipos de revisión de literatura. Ene revista de enfermería, vol.9, no.2, Santa Cruz de La Palma, versión on-line ISSN 1988-348X. Consultado el día 19 de junio de 2019. Recuperado en:

http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1988-348X2015000200002

Gregg, J., Mears, P. (2006). Auto supplier insolvencies and bankruptcies: issues for suppliers and customers of financially troubled auto suppliers. Editor: ABI. ISBN: 0978529243. Pág.78. consultado el día 5 de mayo de 2019.

Recuperado

de:

<https://books.google.com.mx/books?id=i44QkxjUYh8C&pg=PA79&lpg=PA79&dq=bailment+inventory&source=bl&ots=HiEaHdhIXK&sig=ACfU3U2HXilretOqW1YNHLWHwEvMXjqlfA&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjuxd3x3ODiAhVFmK0KHdcbDe84ChDoATAJegQICRAB#v=onepage&q=bailment%20inventory&f=false>

Guzmán, J. C. N., Ramírez, P. I. G., Rosas, B. L., & Bednarek, M. La industria automotriz en San Luis Potosí: Evidencias de su desempeño 2007-2014. *Prácticas exitosas en la implementación de políticas de innovación y competitividad local: "Redes de conocimiento y cooperación empresa-gobierno-universidades-centros de investigación"*. Universidad Politécnica de San Luis Potosí. Colección Triple Hélice, Número 2. Editorial Plaza y Valdés.

Hayes, R.H. y Wheelwright, S.C. (1979). Link manufacturing process and product life cycle. *Harvard Business Review*. Vol. 57.

Industria manufacturera (s.f). Consultado el día 16 de octubre de 2017. Recuperado:

<http://cuentame.inegi.org.mx/economia/secundario/manufacturera/default.aspx?tema=E#uno>

INEGI. Economía de México. Consultado el día 22 enero de 2018 en:

<http://cuentame.inegi.org.mx/economia/default.aspx?tema=E>

INEGI. Registro administrativo de la industria automotriz de vehículos ligeros. Serie histórica "Producción de vehículos ligeros por marca y modelo". Consultado el

- día 18 de junio de 2019. Recuperado de:
<https://www.inegi.org.mx/datosprimarios/iavl/>
- International organization of motor vehicle manufacturers, OICA. Estadísticas de producción del 2018. Consultado el día 15 de junio de 2019. Recuperado de:
<http://www.oica.net/category/production-statistics/2018-statistics/>
- Jiménez, J. E. (2006). Un análisis del sector automotriz y su modelo de gestión en el suministro de las autopartes. Publicación técnica No. 288. Sanfandila, Querétaro. Secretaria de comunicaciones y transportes. Recuperado de:
<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt288.pdf>
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P. y Malhotra, M. (2008). Administración de operaciones: procesos y cadenas de valor. México, D.F.: Pearson Educación de México. 8va. Ed.
- Klier, T. R. (2008). Who Really Made Your Car? Restructuring and Geographic Change in the Auto Industry. Estados Unidos de América: W. E. Upjohn Institute for Employment Research.
- Lambert, D. M. (2001). "The Supply Chain Management and Logistics Controversy". Editado por A. M. Brewer, et al en "Handbook of Logistics and Supply Chain Management". Elsevier Science Ltd.
- Lešková, A. (2012). Logistics concept of supply chain in automotive production. Acta Logística Moravica [revista en internet]. ISSN 1804-8315. Pág. 25,26. Recuperado de: http://web2.vslg.cz/fotogalerie/acta_logistica/2012/3-cislo/4_leskova.pdf
- Liker, J. (2004). The Toyota Way. Editorial: McGraw-Hill.
- Matence, K. (15 septiembre 2015). SEGLO 3PL, creamos soluciones logísticas para la industria automotriz. Inbound logistic LATAM magazine. Blog Projection.

- Modern machine shop México. (07 enero 2015). Industria automotriz, sigue moviendo la economía de México [Revista digital]. Pág. 49. Consultado en: <https://www.mms-mexico.com/articulos/industria-automotriz-sigue-moviendo-la-economia-de-mexico>
- Monden, Y. (2012). Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time. Editorial CRC, Nueva York. Cuarta edición. Pág. 7.
- Motorpasión México. (10 de enero de 2019, actualizado el 13 de enero). Los 356 autos más vendidos de México durante 2018 (sí, la lista completa). Consultado el 16 de junio de 2019. Recuperado de: <https://www.motorpasion.com.mx/industria/autos-vendidos-mexico-2018>
- OEM automotriz. (enero 2016). Generales de la OEM. Recurso virtual en formato diapositiva.
- Okabe, T. (2019). Nueva regla de origen en el T-MEC. Revista Comercio exterior Bancomext, No. 18, abril-junio 2019, ISSN: 2395-8324, pág. 53. Consultado el 19 de junio de 2019. Recuperado de: <https://www.revistacomercioexterior.com/articulo.php?id=862&t=nueva-regla-de-origen-en-el-t-mec>
- Onecore. (18 octubre 2018). Lo que deberías saber sobre el valor de contenido regional [Blog post]. Consultado el 19 de junio de 2019. Recuperado de: <https://blog.onecore.mx/conocer-valor-contenido-regional-comercio-internacional>
- Platas, J., Cervantes, M. (2014). Planeación, diseño y layout de instalaciones. Grupo editorial Patria. Primera edición. Pág. 238.
- Rodríguez, J., Carlos, C. (mayo 2008). La administración de la calidad logística en la industria automotriz y de autopartes en México [memoria de congreso]. Congreso internacional de investigación en ciencias administrativas. (pág. 24)

- Tijuana, B.C. Recuperado de: <http://acacia.org.mx/busqueda/pdf/M01P17-1.pdf>
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta edición ed.). México D.F.: McGRAW-HILL. Pág. 154.
- Sprague, D. A., & K., B. J. (marzo de 2003). Total quality management in an Automotive. *International Journal of Management*, 9(3), 1-9.
- Statista. (febrero 2019). Global car market share of the world's largest automobile OEMs in 2018. Consultado el 15 de junio de 2019. Recuperado de: <https://www.statista.com/statistics/316786/global-market-share-of-the-leading-automakers/>
- Statista. (marzo 2019). Global cars sales from 2000 to 2019, by region (in million units). Consultado el 15 de junio de 2019. Recuperado de: <https://www.statista.com/statistics/200005/international-car-sales-by-region-since-1990/>
- Statista. (abril 2019). Gross domestic product (GDP) ranking by country 2017 (in billion U.S. dollars). Consultado el 15 de junio de 2019. Recuperado de: <https://www.statista.com/statistics/268173/countries-with-the-largest-gross-domestic-product-gdp/>
- Taha, H. (2011). *Investigación de operaciones*. Editorial: Pearson, México. Novena edición. Pág. 431, 432, 457, 458.
- Timetoast timelines. (2017-2019). Las 3 olas de Alvin Toffler [Blog post]. Consultado 20 de junio de 2018. Recuperado de: <https://www.timetoast.com/timelines/las-3-olas-de-alvin-toffler>
- Toggl. (s. f.). Takt Time vs Cycle Time vs Lead Time. Consultado el día 12 de abril de 2019. Recuperado de: <https://toggl.com/takt-time-cycle-time-lead-time/>

- Velasco, J. (2017). Logística Industrial Aplicada. Editorial Alfaomega, México. Pág. 145, 150, 197-200, 281, 282, 369, 490.
- Vermorel, J. (octubre 2014). Min/Max inventory planning. Lokad quantitative supply chain [Blog post]. Consultado el día: 27 de marzo de 2019. Recuperado de: <https://www.lokad.com/min-max-inventory-planning-definition>
- Vujica Herzog, N., Polajnar, A., & Kostanjevec, T. (2008). Value stream mapping for effective lean manufacturing. *Annals of DAAAM & Proceedings*, 1515+. Recuperado de: <http://go.galegroup.com/ps/i.do?p=GPS&sw=w&u=fondoconacyt&v=2.1&it=r&iid=GALE%7CA225316727&asid=9e0383b4b4064c4f049358c41a894204>
- Yanes-Estévez, V. (Enero- marzo de 2013). La importancia de las redes de comunicación con clientes o proveedores en función de la incertidumbre percibida del entorno. *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 22, 39-52.