



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE QUÍMICA

**OPTIMIZACIÓN DE LOS COSTOS DE LA
LOGÍSTICA Y ALMACENAMIENTO DE
POLÍMEROS DE ALTO RENDIMIENTO PARA
LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN MÉXICO**

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTA

EDUARDO DAVID HURTADO DE LA LLATA



MÉXICO, D.F., OCTUBRE DE 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: CARLOS GUZMAN DE LAS CASAS

VOCAL: CARLOS ALVAREZ MACIEL

SECRETARIO: JORGE CAYETANO MARIA RUBIO AVELINO

1er SUPLENTE: ERNESTO FERNANDEZ MORALES

2° SUPLENTE: JORGE RAFAEL MARTINEZ PENICHE

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

POLÍMEROS LXS

ASESOR DEL TEMA:

MTRO. JORGE CAYETANO MARIA RUBIO AVELINO

SUSTENTANTE:

EDUARDO DAVID HURTADO DE LA LLATA

Índice

TEMAS	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Introducción a los polímeros	1
1.2 Polímeros LXS como empresa en químicos especializados	4
2. OBJETIVOS	8
2.1 Objetivos generales:	8
2.2 Objetivos específicos:.....	8
3. POLÍMEROS DE ALTO RENDIMIENTO DEDICADOS A LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ.....	9
3.1 Introducción a los polímeros utilizados en la industria automotriz.....	9
3.2 PBT.....	15
3.3 Poliamida 6 (PA 6).....	16
3.4 Poliamida 6,6 (PA 6,6)	16
4. APLICACIONES	18
4.1 Características y beneficios de los polímeros P y D	20
4.2 Ejemplos de fichas técnicas	21
5. CADENA DE VALOR.....	26
6. Análisis de mercado de la industria automotriz en México.....	28
6.1 Producción de autopartes por país 2014	31
6.2 Producción de autopartes por entidad federativa, enero-mayo 2014.....	33
7. MARKET SHARE DE POLÍMEROS LXS EN EL SECTOR AUTOMOTRIZ DE MÉXICO	34
7.1 Market Share de Polímeros “D” LXS (Poliamidas 6 y 6,6) 2014.....	34
7.2 Market Share de Polímeros “P” LXS (PBT) 2014	37
8. CADENA DE SUMINISTRO DE POLÍMEROS LXS	39
8.1 Mapeo del proceso de logística	39
9. ESTRUCTURA DE NIVELES EN LA LOGÍSTICA: INCOTERMS	40
10. PROPUESTA DE APERTURA DE NUEVO ALMACÉN EN QUERÉTARO.....	46
10.1 Localización estratégica del almacén.....	48
10.2 Diagrama de flujo del proceso operativo.....	54
10.3 Características del almacén Querétaro.....	55
10.4 Layout del almacén Querétaro	55
11. CADENA DE SUMINISTRO (<i>SUPPLY CHAIN</i>).....	56

11.1 Operación de almacenaje y distribución actual en almacén Vallejo.....	56
11.2 Operación de almacenaje y distribución en almacén Querétaro	57
12. ANÁLISIS COMPARATIVO DEL ALMACÉN VALLEJO CONTRA ALMACÉN QUERÉTARO.....	58
12.1 Costo total de almacenamiento y fletes (Querétaro).....	61
12.2 Análisis de la demanda 2014 y su distribución por estado	62
13. MEDIDAS DE SEGURIDAD EN ALMACÉN.....	63
13.1 Tabla de compatibilidad y segregación para sustancias, materiales y residuos peligrosos en el transporte.....	66
13.2 Tabla de segregación para sustancias, materiales y residuos peligrosos en el almacén.....	67
14. ADMINISTRACIÓN DEL INVENTARIO	68
14.1 Planeación de Materiales (MRP).....	68
15. INVENTARIOS	71
15.1 Tipos de inventario	71
15.2 Inventario por demanda (<i>PULL</i>).....	72
15.2.1 El método del punto de reorden.....	73
15.2.2 Método de revisión periódica.....	73
15.3 Equipo de estantería	74
15.4 Manejo de materiales.....	77
15.4.1 Surtido de materiales o productos	78
15.5 Equipamiento de almacén.....	79
15.5.1 Equipos con capacidad de traslado.....	79
15.6 Transportes.....	81
16. CONCLUSIONES	85
BIBLIOGRAFÍA	86
REFERENCIAS.....	87

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretende exponer, de una manera general, todos los procesos, análisis y aplicaciones que se realizan en una empresa de químicos especializados para la industria automotriz y plantea una propuesta de apertura de almacén que coadyuvará a un ahorro significativo de recursos así como a un mejor servicio al cliente.

Por motivos de índole legal no será posible utilizar el nombre real de la empresa donde laboro actualmente, por lo que se hará referencia a una empresa ficticia llamada Polímeros LXS.

Esta empresa enfoca el 90% de sus productos a la industria automotriz. El sector en donde me desempeño se enfoca principalmente en la fabricación de tres materias primas: Poliamida 6, Poliamida 6,6 (también conocidos como *Nylons*) y PBT.

A estos materiales bases se les agregan aditivos, como fibra de vidrio, retardantes a la flama, fibra de carbono, entre otros, dependiendo de la aplicación específica de la pieza a inyectarse y que generalmente se utilizará en la mecánica del coche.

1.1 Introducción a los polímeros

De acuerdo a los autores Francisco López-Serrano R. y Eduardo Mendizábal Mijares, se definen los polímeros como grandes moléculas que están formadas por la unión de muchas unidades repetitivas. Generalmente, los polímeros involucran uniones covalentes entre los átomos (generalmente) de carbono que constituyen la columna vertebral de la cadena polimérica. El vocablo polímero significa una molécula constituida por la repetición de una unidad más simple: el monómero que son pequeñas moléculas de las que se parte para formar a los polímeros (Del griego: mero = parte, mono = uno y poli = muchos).

Las propiedades únicas de los polímeros, se asocian con su gran tamaño lo que conduce a interacciones considerables sobre longitudes importantes a lo largo de la cadena y grandes superficies.

Existen dos tipos: Los polímeros naturales y sintéticos. Los polímeros sintéticos pueden ser tanto orgánicos como inorgánicos, mientras que los polímeros naturales son principalmente biopolímeros.

Los polímeros se utilizan en un gran número de aplicaciones dada su habilidad para fabricar materiales “a la medida” para satisfacer necesidades específicas. En general el término “plásticos” nos es familiar y se refiere a polímeros que se utilizan en la fabricación de artículos estructurales. Por ejemplo el poli-cloruro de vinilo (PVC) que se usa para fabricar tuberías las que se utilizan actualmente en la industria de la plomería. El polietileno y polipropileno se utilizan para producir varios tipos de contenedores y materiales para ductos. Las fibras son usadas en diversas aplicaciones que incluyen a la industria textil y pueden ser producidas a partir de polímeros como el nylon o los poli-ésteres. Los elastómeros o hules tienen aplicación en llantas, mangueras, cojinetes y empaques, los basados en poliuretano se usan para fabricar suelas en la industria del calzado.

Los poliuretanos se usan también en la formulación de adhesivos. Las pinturas actuales base agua (en forma de látex) constan de diversos polímeros vinílicos, acrílicos, estireno, poliéster y epóxicos en donde la resistencia al agua es importante. Cabe mencionar que en la industria electrónica los polímeros son utilizados tanto por sus propiedades aislantes como sus propiedades de semiconductores y magnéticas.

Los polímeros se fabrican en varias formas tales como; plásticos sólidos, fibras, espumas, películas, recubrimientos y adhesivos. Estos materiales pueden ser duros o suaves, rígidos o flexibles, ahulados, cuerudos o vidriosos. Pueden ser producidos como materiales porosos o no porosos. Más aún, pueden ser producidos como espumas de bajo peso o reforzadas con diversos materiales de relleno tales como metal, vidrio o fibras de carbón para mejorar sus propiedades mecánicas.

Los polímeros ramificados poseen grupos voluminosos o cadenas cortas adheridos a la cadena principal. Como resultado, la movilidad de la cadena se ve

disminuida y estos polímeros son menos flexibles que los lineales y por lo general tendrán una temperatura de fusión mayor.

A los polímeros que pueden fundirse y procesarse reversiblemente se les llama **termoplásticos**, es decir que fluyen con el calor.

Otra clasificación de los polímeros es de acuerdo a su procesabilidad. Los polímeros pueden ser procesados térmicamente de una manera reversible y como ya mencionamos se les conoce como termoplásticos (ej. Nylon, policloruro de vinilo) y los polímeros en los que ocurren reacciones de curado o entrecruzamiento y no pueden ser procesados reversiblemente son llamados **termofijos**. (ej. Las resinas fenólicas, epóxicas y los poliuretanos)

Existen dos temperaturas características asociadas con los polímeros. La temperatura de fusión T_m la cual es una transición de primer orden, y la temperatura de transición vítrea T_g , también llamada una transición de segundo orden. La temperatura de fusión T_m , es la temperatura a la cual el volumen cristalino del polímero esta en equilibrio con el estado fundido. La fusión generalmente ocurre a lo largo de un rango de temperaturas; por lo tanto, no se observa una transición abrupta. La temperatura de transición de segundo orden T_g , es la temperatura debajo de la cual el movimiento molecular se congela. Arriba de esta temperatura existe suficiente energía para permitir el movimiento y la ondulación de la cadena. Los polímeros amorfos, por ejemplo, son elásticos arriba de la temperatura de transición vítrea, pero se vuelven rígidos y duros y a menudo quebradizos debajo de la temperatura de transición vítrea.

Transiciones térmicas

La temperatura de transición vítrea (T_g)

Todos los polímeros amorfos toman, a temperaturas suficientemente bajas, las características de los vidrios, incluida la dureza, rigidez y fragilidad. Una propiedad asociada con el estado vítreo es un bajo coeficiente de expansión de volumen. Este bajo coeficiente surge como resultado de un cambio en la pendiente de la curva de volumen contra temperatura, en un punto llamado temperatura de transición vítrea (T_g).

En el estado vítreo no tiene lugar el movimiento molecular a gran escala. Más bien los átomos y pequeños grupos de átomos se mueven contra las restricciones de las fuerzas de enlace secundario, muy parecido a como los átomos vibran alrededor de sus posiciones de equilibrio en un retículo cristalino, en que el estado vítreo no tiene regularidad del estado cristalino. La transición vítrea corresponde al comienzo del movimiento tipo líquido de segmentos mucho más largos de las moléculas. La T_g se considera como una transición termodinámica de segundo orden.

La temperatura de fusión (T_m)

La temperatura de fusión (T_m) en los polímeros es, cuando se da un proceso de pseudo equilibrio, o un equilibrio entre el volumen cristalino del polímero y el estado fundido del mismo. Es conveniente describirlo en términos termodinámicos advirtiendo que, en una situación dada, un punto de fusión observado (T_m) puede no ser precisamente el valor del equilibrio. La fusión tiene lugar cuando la energía libre del proceso es cero

1.2 Polímeros LXS como empresa en químicos especializados

Polímeros LXS es una empresa líder en químicos especializados, con una posición relevante en el mercado que ofrece a sus clientes los últimos conocimientos, servicios y confianza, así como una amplia selección de productos de primera calidad en las áreas de plásticos de alta tecnología, caucho y química. Se compone de varios segmentos, entre los cuales destacan siguientes:

El segmento de **Polímeros de Alto Rendimiento** incluye cinco unidades de negocio dedicadas a la producción, respectivamente, de caucho butilo, cauchos butadieno, materiales de alto rendimiento (por ejemplo, plásticos), elastómeros de alto rendimiento y elastómero. Polímeros LXS es uno de los principales productores de caucho sintético en el mundo, y los productos del segmento se utilizan en neumáticos para la rama automotriz, correas, mangueras y partes del cuerpo del auto, así como en suelas de zapatos y una amplia variedad de otros

artículos. Los productos de la unidad de negocios de rendimiento de cauchos de butadieno, incluyendo solución de goma de estireno-butadieno y caucho de polibutadieno catalizado con neodimio, se utilizan en la producción de diseños recientes de neumáticos de baja resistencia a la rodadura, que contribuyen a una mejora en la eficiencia del combustible.

El segmento de **Intermediarios Avanzados** consiste en dos unidades de negocio: Intermediarios Avanzados Industriales e Intermediarios Especializados, cuyas líneas de productos incluyen compuestos aromáticos, bencilos, aminas, hidrato de hidrazina, y otros compuestos químicos utilizados en la agricultura, pigmentos, piezas de automóviles, materiales de construcción y otras industrias.

El segmento **Químicos de Rendimiento** incluye unidades de negocio dedicadas a químicos funcionales, pigmentos inorgánicos, líquidos de purificación, cuero, productos de protección de materiales y productos químicos de goma. Asimismo, cuenta con una empresa filial, que produce compuestos a medida para la industria del caucho, lubricantes y plásticos, que también se agrupan en este segmento.

La unidad de negocio, en donde llevo a cabo mis funciones desde hace 2 años, se dedica a polímeros de alto rendimiento enfocados en la industria automotriz.

Principalmente se manejan dos materiales:

Los polímeros D (poliamidas) y P (tereftalato de polibutileno) son dos líneas de productos de HPM (*High Performance Materials*) con un alto grado de innovación y potencial de crecimiento. Las plantas competitivas de producción y el intenso trabajo de desarrollo que ha realizado en la puesta en marcha de productos y aplicaciones han colocado a Polímeros LXS como proveedores clave en diversos mercados, sobretodo en el sector automotriz mexicano.

El negocio de polímeros también está basado en la producción interna de las materias primas requeridas más importantes. Las plantas de producción de ciclohexanol/ciclohexanona, caprolactama, ácido adípico y fibras de vidrio están entre las más grandes de su tipo.

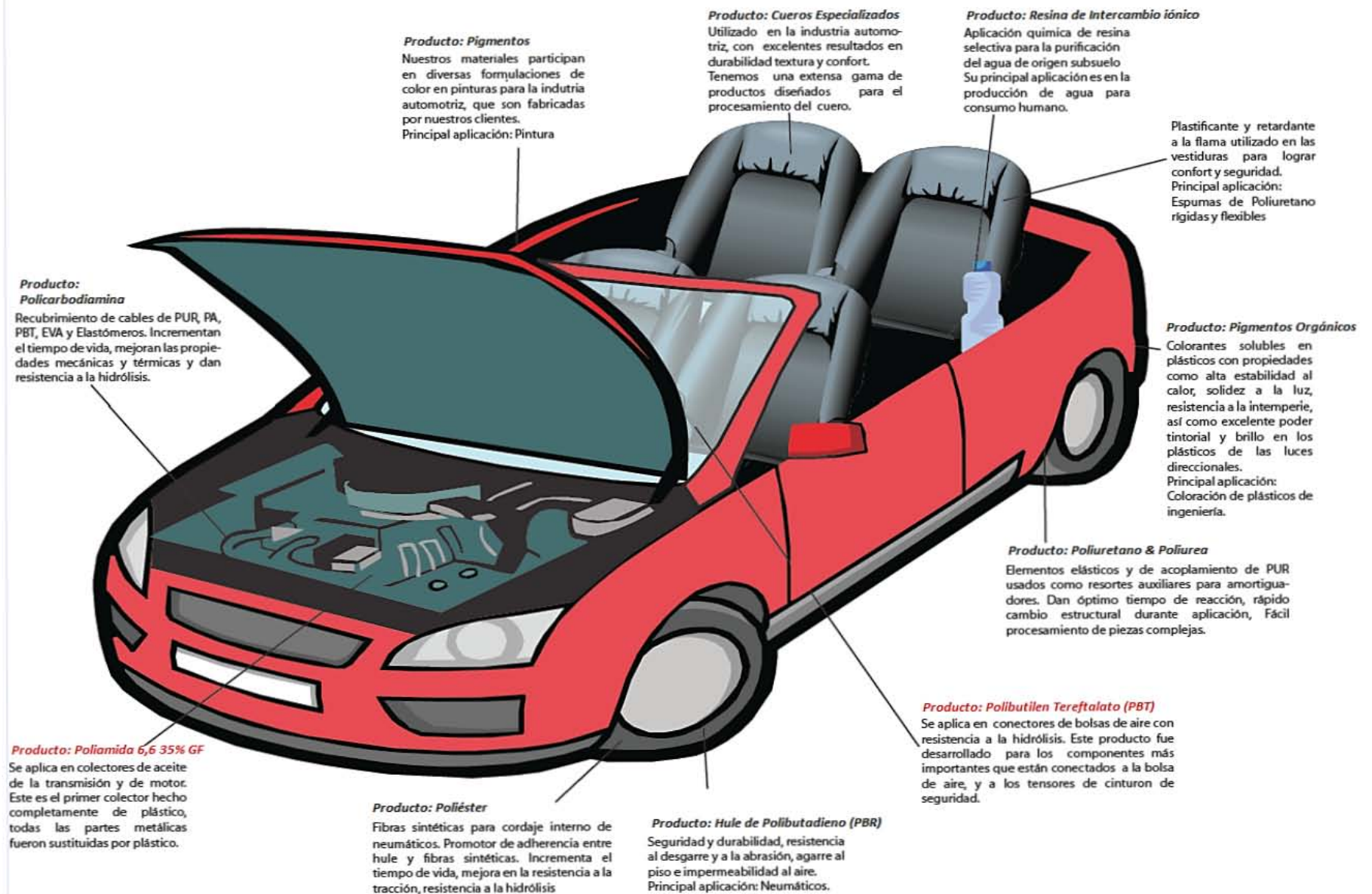


Figura 1: Diferentes Aplicaciones de los químicos en la industria automotriz

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos generales:

Especificar las fases que se llevan a cabo desde la obtención del polímero hasta la inyección de éste para la creación de autopartes así como el análisis de la cadena de suministro que se lleva a cabo en una empresa de químicos especializados.

Aunado a esto se realizará también un estudio de mercado, en donde se analizará la cantidad de material PA6, PA 6,6 y Polibutilen Tereftalato (PBT) que se importa al mercado mexicano destinado para la industria automotriz y el rol que juega México en esta industria a nivel global.

Proponer un sistema de distribución más eficiente y cercano a clientes clave localizados en Querétaro.

2.2 Objetivos específicos:

- Determinar las características específicas de los polímeros que se utilizan en la industria automotriz.
- Establecer las variantes que tienen estos 3 tipos de polímeros, y su utilidad con base en sus características, y sus propiedades químicas.
- Explicar el proceso de inyección del polímero para la fabricación de autopartes.
- Realizar un estudio económico sobre la relevancia que tienen estos materiales para la industria mexicana.
- Dar a conocer el panorama económico de la industria automotriz mexicana dentro de un marco global.
- Analizar la cadena de suministro dentro de una empresa dedicada a los polímeros de alto rendimiento.
- Proponer la apertura estratégica de un almacén en la república mexicana, el cual contribuya a obtener ahorros significativos y a mejorar el servicio al cliente de la empresa.

3. POLÍMEROS DE ALTO RENDIMIENTO DEDICADOS A LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

3.1 Introducción a los polímeros utilizados en la industria automotriz

La industria automotriz está al borde de una revolución, y la industria del plástico juega un punto muy importante en este importante segmento.

La revolución de los plásticos en la industria del automóvil comenzó en 1950, cuando los termoplásticos hicieron su debut, empezando con los ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) y después con las poliamidas, poliacetales y los policarbonatos junto con la introducción de aleaciones y mezclas de diversos polímeros.

Estos han venido a sustituir cada vez más piezas de distintos metales en el automóvil, debido a su bajo costo y fácil fabricación.

Tabla 1: Beneficios de los plásticos en comparación de los metales

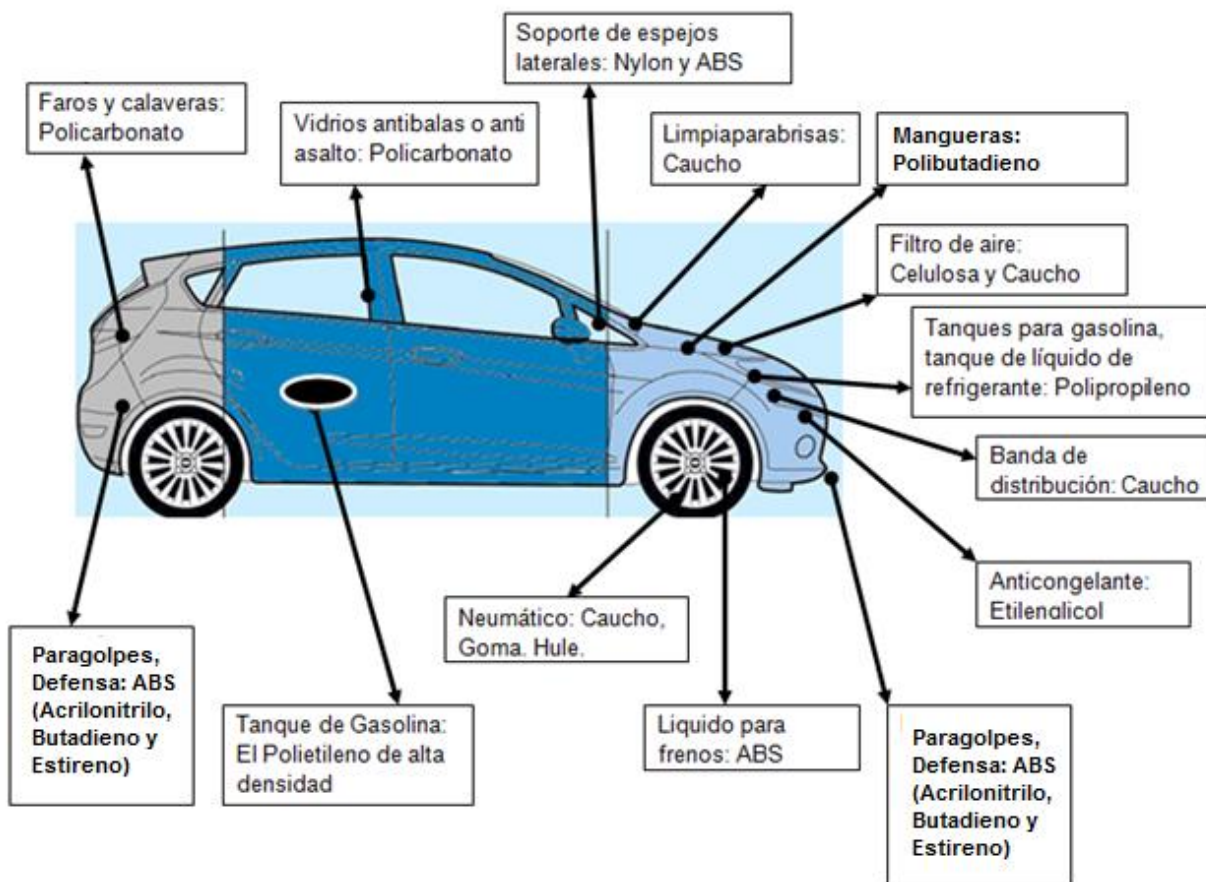
Plásticos		Metales	
✓	Ligeros	×	Pesados
✓	Económicos	×	Costosos
✓	Fácil procesabilidad	×	Difícil de procesar
✓	No se corroen	×	Se corroen
✓	Bajos consumos de energía	×	Altos consumos de energía
✓	Rígidos o flexibles	×	Rígidos
✓	Opacos o transparentes	×	Siempre opacos
✓	Aislantes de electricidad	×	No aislantes de la electricidad

El desarrollo continuo de polímeros avanzados de alto rendimiento se ha incrementado dramáticamente en su utilización. Originalmente se implementaron los plásticos porque ofrecían buenas propiedades mecánicas combinadas con una excelente apariencia, incluyendo la posibilidad de pigmentarlos fácilmente.

La aplicación de componentes de plástico en la industria automotriz ha ido en aumento en las últimas décadas. Hoy en día, los plásticos se utilizan principalmente para hacer los coches más eficientes (en cuanto al rendimiento en el consumo de combustible) por la reducción de peso, junto con la provisión de durabilidad, resistencia a la corrosión, dureza, diseño, flexibilidad, resistencia y alto rendimiento a bajo costo.

Aunque se pueden utilizar hasta 13 polímeros diferentes en un automóvil, sólo tres tipos de plásticos representan alrededor del 66% de los plásticos utilizados en total en un coche: Polipropileno (32%), poliuretano (17%) y PVC (16%).

Figura 2: Polímeros en el Vehículo



PP – El polipropileno es extremadamente resistente a los químicos y casi completamente impermeable al agua. Pigmentado en color negro, se tiene la mejor resistencia a los rayos UV y se utiliza cada vez más en la industria de la construcción.

Aplicación: Parachoques de automóviles, contenedores para diferentes químicos, aislamiento de cables, cajas de baterías, botellas, bidones de gasolina, alfombras interiores y exteriores (en el caso de autos con toldo), fibras de la alfombra.

PUR – Los materiales de poliuretano son ampliamente utilizados en asientos de espuma flexible y paneles rígidos que utilizan espuma de aislamiento. También se utilizan en sellos de espuma microcelular y empaquetaduras, llantas de alta duración elastoméricas, bujes de suspensión automotriz, compuestos de encapsulación para cables eléctricos, partes de plástico duro (instrumentos electrónicos).

PVC – El policloruro de vinilo posee buena resistencia al ataque químico y a diversos solventes.

El vinilo contenido le da buena resistencia y algunos grados son flexibles. El material puede venderse en distintos colores o transparente.

Aplicación: Paneles de instrumentos de automóviles, revestimiento de cables eléctricos, tuberías, puertas y contenedores para distintos líquidos.

ABS – El acrilonitrilo butadieno estireno es un termoplástico durable, resistente a la intemperie y algunos productos químicos, popular para componentes formados al vacío. Es un plástico rígido con características similares al caucho, lo que le da una buena resistencia al impacto.

Aplicación: Tableros de automóviles, cubiertas,

PA – La poliamida también conocida como nylon 6 o nylon 6,6 son materiales que tienen alta resistencia a la abrasión, características de baja fricción y buena resistencia química. También absorben agua fácilmente (higroscópicos) y los componentes en condiciones

húmedas pueden expandirse, lo que impide su uso en aplicaciones donde se requiere estabilidad dimensional.

Aplicación: Engranajes, levas, cojinetes, revestimientos resistentes.

PS – El poliestireno es muy popular por su facilidad de fabricación, pero tiene una escasa resistencia a los rayos UV.

Aplicación: Equipo para carcasas o *housings*, botones, accesorios del automóvil, bases para consolas.

PE – El polietileno tiene buena resistencia química. Hay dos tipos principales: polietileno de baja densidad (LDPE) y polietileno de alta densidad (HDPE) se puede fabricar en una gama de 30 densidades.

Aplicación: Vidrio reforzado para carrocerías, aislamiento eléctrico, embalaje, donde la fuerza y la estética es importante.

POM – El polioximetileno (también conocido como poliacetal o poliformaldehído) tiene gran rigidez y excelente rendimiento. Esto quiere decir que son estables a bajas temperaturas. Muy buena resistencia química y al contacto con combustible.

Aplicación: Para detalles del interior y exterior, sistemas de combustible y pequeños engranajes.

PC – El policarbonato tiene buena resistencia a las condiciones ambientales adversas y a los rayos UV, con niveles de transparencia casi tan buenos como el acrílico.

Aplicaciones: Pantallas de seguridad, paneles para aeronaves, parachoques, lentes de faros.

PMMA – El polimetilmetacrilato es más transparente que el vidrio. Tiene una resistencia razonable a la rotura (grados anti-rotura están disponibles) y cuentan con una buena

resistencia a la intemperie, a los rayos UV y tienen alta calidad óptica y de acabado de superficie con una gran gama de colores.

Aplicación: Ventanas y pantallas para consolas.

PBT – El tereftalato de polibutileno tiene excelente resistencia química y propiedades eléctricas. Material duro y resistente a la absorción de agua. Muy buena resistencia al estrés dinámico, térmico y estabilidad dimensional. Fácil de fabricar. Cristalización rápida, enfriamiento rápido.

Aplicación: Carcasas para faros de niebla y biseles, piezas para quemacocos, carcasas o *housings* para el sistema de bloqueo en cerraduras, manijas para puertas, carcasa de llaves, defensas y componentes del carburador.

PET - El Tereftalato de polietileno tiene condiciones similares a las del PBT. Buena estabilidad térmica, buenas propiedades eléctricas, muy baja absorción de agua, excelentes propiedades para el acabado de la superficie.

Aplicación: Brazo del limpiaparabrisas y sus caja de engranes, carcasas o *housings* para faros, cubiertas del motor y contenedor para conectores.

ASA – El Acrilato de Estireno acrilonitrilo tiene gran dureza y rigidez, buena resistencia química y estabilidad térmica. Resistencia excepcional a la intemperie, envejecimiento, amarillamiento, y alto brillo.

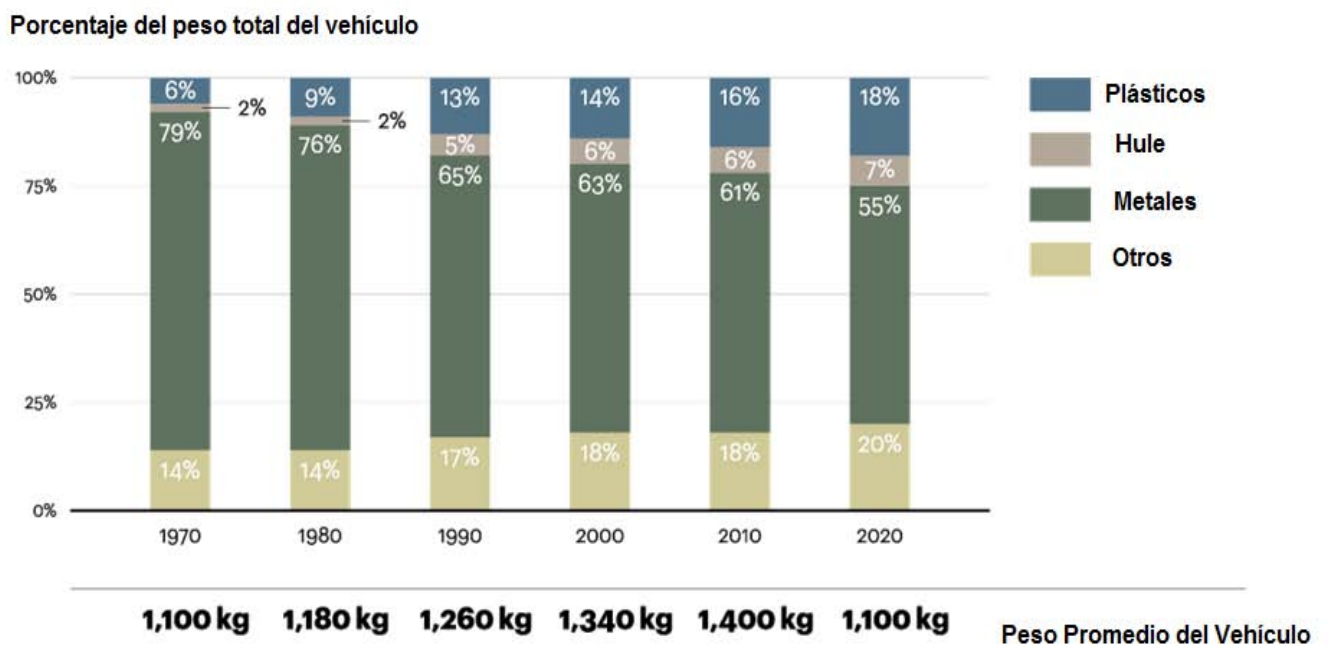
Aplicación: Carcasas o *housings*, perfiles, piezas interiores y exteriores.

En el diseño de automóviles, los plásticos han contribuido a una multitud de innovaciones en materia de seguridad, rendimiento y la eficiencia del combustible y la investigación y mejoramiento sigue cada día progresando.

Destacados expertos dicen que la forma más fácil y menos costosa de reducir el consumo de combustible y las emisiones de un vehículo es reducir el peso de este.

Se estima que cada reducción del 10% en peso del vehículo se traduce en 5% a 7% de ahorro en combustible. Así, para cada kilogramo de reducción de peso del vehículo, existe el potencial para reducir las emisiones de dióxido de carbono a 20 kg.

Gráfica 1: Porcentaje de materiales en automóviles a través del tiempo



*Fuente: A.T. Kearney Analysis

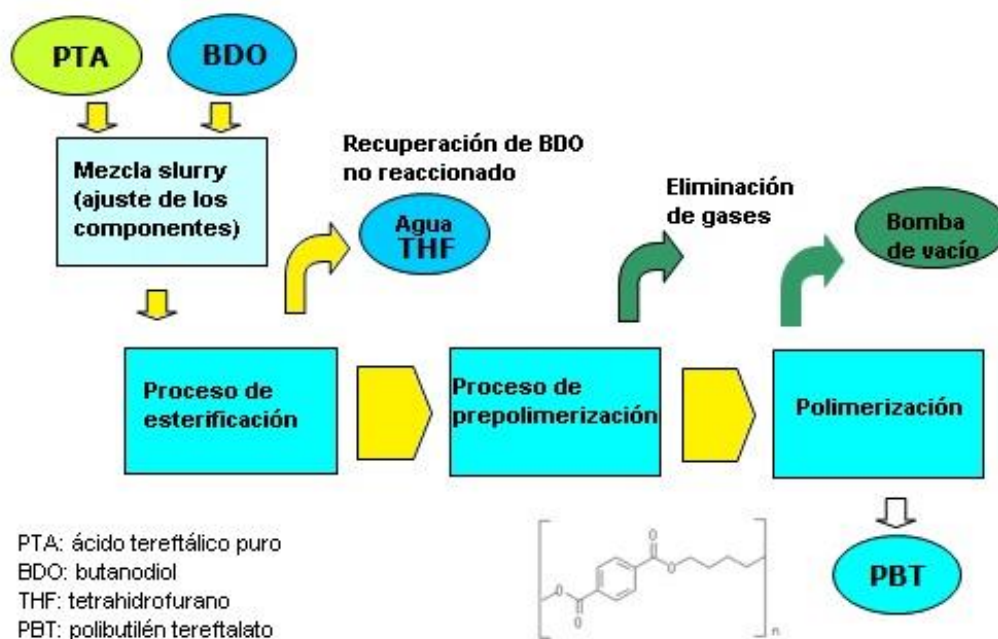
Los Plásticos representan un 18% del peso promedio del vehículo para 2020

3.2 PBT

El PBT se sintetiza a partir de un butanodiol (1,4-butilén glicol) y DMT o PTA (dimetiltereftalato o ácido tereftálico respectivamente) mediante esterificación y posterior policondensación.

Gráfico de la obtención de PBT.

Diagrama 1



3.3 Poliamida 6 (PA 6)

El Nylon 6 se obtiene a partir de una sola clase de monómero, llamado caprolactama, calentando a unos 250° C en presencia de aproximadamente 5-10% de agua. Se genera por policondensación de un diácido con una diamina, combinado con el agua en un reactor, esto produce sal de nylon, que se envía a una evaporación, para eliminar el exceso de agua. La sal de nylon se va a un vaso en donde se funde y se lleva a un proceso de hilado y es extruido y enviado a una hilera, que es una pequeña placa de metal con hoyos finos, luego se refrigera por aire para formar los filamentos.

3.4 Poliamida 6,6 (PA 6,6)

Nylon 6,6 formado a partir de ácido butandicarboxílico (ácido adípico) y la hexametildiamina. Se obtiene por medio de una reacción de polimerización por crecimiento en etapas, y por una polimerización por condensación. El nylon se sintetiza a partir de diácidos y diamina, no se necesitan catalizadores, ya que los ácidos catalizan la reacción y créase o no, uno de los monómeros es precisamente un ácido. Ambos monómeros pueden ser de ciclohexano.

La oxidación del ciclohexano abre el anillo de átomos de carbono y produce un grupo -COOH en cada extremo.

Algo de eso puede transformarse en el 1, 6-Diaminohexano.

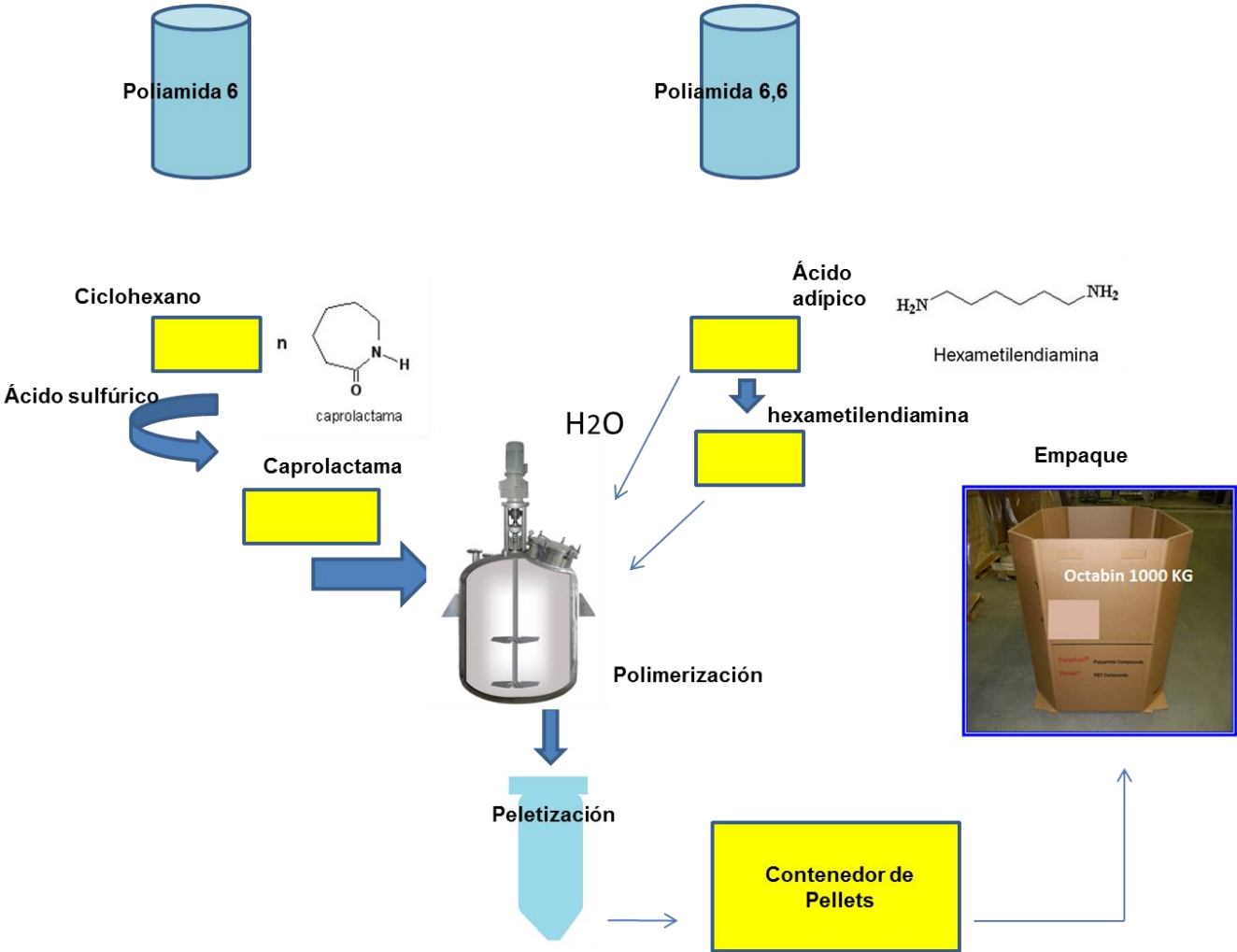
El ácido se trata con amoníaco para producir la sal de amonio.

La sal de amonio se calienta a 350° C en presencia de hidrógeno y un catalizador de níquel. Esto deshidrata la sal y reduce a 1, 6-Diaminohexano.

La única diferencia estructural entre el nylon 6 y nylon 6,6, se encuentra en la dirección de los enlaces peptídicos.

Gráfico de la obtención de Poliamida 6 y 66.

Diagrama 2





4. APLICACIONES

En esta tabla se muestran algunas de las muchas aplicaciones que tienen los polímeros P y D para la industria automotriz. Dependiendo de los aditivos, pigmentos y porcentaje de fibra de vidrio, se obtienen diversas propiedades específicas para el trabajo que desempeñará la pieza inyectada, ya sean físicas o estéticas.

También se debe de tomar en cuenta dentro de las especificaciones del polímero, el contacto que éste tendrá con otros componentes químicos, como por ejemplo aceite, anticongelante y diversos lubricantes que muchas de las veces se encontrarán contenidos o fluirán dentro de la pieza.

Tabla 2

Tipo	Descripción	Aplicación	Pieza	Plataforma
POLIAMIDA 6 (CAPROLACTAMA 6) REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO. MODIFICADO ELASTÓMERO Cargas: Fibra de vidrio PIGMENTADO.	-Alta resistencia / rigidez -Alta resistencia a la temperatura -Diseño híbrido <i>Hydroforming</i>	-Viga para Auto (HFH)		Mercedes Clase A y B
TEREFTALATO DE POLIBUTILENO. REFUERZO: FIBRA DE VIDRIO. CON PIGMENTO NEGRO	-Baja deformación -Buen impacto a baja temperatura	-Parachoques de camión		Mercedes

Tipo	Descripción	Aplicación	Pieza	Plataforma
POLIAMIDA 6 (CAPROLACTAMA 6) REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO. MODIFICADO ELASTOMERO Cargas: Fibra de vidrio PIGMENTADO.	-Alta resistencia química -Buena resistencia al impacto -Buena capacidad de flujo	-Depósito de aceite		Daimler
RESINA SINTETICA DE POLIAMIDA 6,6. DERIVADO DEL ADIPATO DE HEXAMETILEN DIAMINA. CARGA: FIBRA DE VIDRIO Y PIGMENTO NEGRO DE HUMO	-Material hecho a la medida -Buena resistencia a altas temperaturas -Buena resistencia al impacto	-Filtro de aceite		Chrysler
POLIAMIDA 6 (CAPROLACTAMA 6) REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO. MODIFICADO ELASTOMERO Cargas: Fibra de vidrio PIGMENTADO.	-Buena Resistencia a presiones altas -Buena Resistencia a altas y bajas temperaturas	-Toma de aire		Land Rover

4.1 Características y beneficios de los polímeros P y D

Tabla 3

	Polímero D	Polímero P
Características	<ul style="list-style-type: none"> • La ingeniería de polímeros termoplásticos a base de poliamida 6 y 6,6. • Excelente resistencia mecánica y rigidez con buenas propiedades de aislamiento eléctrico • Impresionante resistencia al calor, química y a la abrasión 	<ul style="list-style-type: none"> • Es un tereftalato de polibutileno (PBT) con propiedades Premium. • Excelente resistencia al calor y a productos químicos. • Propiedades de deslizamiento sobresalientes y alta resistencia a la abrasión. • Buena resistencia a los productos químicos, baja susceptibilidad al agrietamiento por tensión y baja absorción de humedad.
Beneficios	<ul style="list-style-type: none"> • Habilitación de componentes de particulares exigencias técnicas. • Soporta tensiones mecánicas sustanciales, sin embargo, una excelente fiabilidad en uso continuo. • Material ideal para el diseño de piezas de peso ligero. • Reducción de peso y el consumo de combustible del vehículo 	<ul style="list-style-type: none"> • Grados de moldeo por inyección y extrusión y grados para aplicaciones específicas. • Mezclas con metales y otros plásticos. • Activación de componentes grandes pero ligeros, resistentes para todos los vehículos. • Montajes integrados y guías • Facilitar la instalación del componente y reducción de los costos de producción.

4.2 Ejemplos de fichas técnicas

- **Polímero D (Poliamida 6)**

PA 6, 30 % glass fibres, injection moulding, heat-ageing stabilized

ISO Shortname: ISO 1874-PA 6,GHR,14-090,GF30

Property	Test Condition	Unit	Standard	guide value	
				1 min	30 min
Rheological properties					
C Molding shrinkage, parallel	60x60x2; 280 °C / MT 80 °C; 600 bar	%	ISO 294-4	0.3	
C Molding shrinkage, transverse	60x60x2; 280 °C / MT 80 °C; 600 bar	%	ISO 294-4	0.69	
Post- shrinkage, parallel	60x60x2; 120 °C; 4 h	%	ISO 294-4	0.06	
Post- shrinkage, transverse	60x60x2; 120 °C; 4 h	%	ISO 294-4	0.13	
Mechanical properties (23 °C/50 % r. h.)					
C Tensile modulus	1 mm/min	MPa	ISO 527-1,-2	9500	5900
C Tensile Stress at break	5 mm/min	MPa	ISO 527-1,-2	170	100
C Tensile Strain at break	5 mm/min	%	ISO 527-1,-2	3.0	6.0
C Tensile creep modulus	1 h	MPa	ISO 899-1		5100
C Tensile creep modulus	1000 h	MPa	ISO 899-1		4100
C Charpy impact strength	23 °C	kJ/m ²	ISO 179-1eU	70	90
C Charpy impact strength	-30 °C	kJ/m ²	ISO 179-1eU	60	60
C Charpy notched impact strength	23 °C	kJ/m ²	ISO 179-1eA	10	20
C Charpy notched impact strength	-30 °C	kJ/m ²	ISO 179-1eA	< 10	10
Izod impact strength	23 °C	kJ/m ²	ISO 180-1U	60	80
Izod impact strength	-30 °C	kJ/m ²	ISO 180-1U	55	55
Izod notched impact strength	23 °C	kJ/m ²	ISO 180-1A	10	20
Izod notched impact strength	-30 °C	kJ/m ²	ISO 180-1A	<10	<10
Flexural modulus	2 mm/min	MPa	ISO 178-A	8300	5000
Flexural strength	2 mm/min	MPa	ISO 178-A	270	160
Flexural strain at flexural strength	2 mm/min	%	ISO 178-A	4.0	6.0
Flexural stress at 3.5 % strain	2 mm/min	MPa	ISO 178-A	260	140
C Puncture maximum force	23 °C	N	ISO 6603-2	1000	1230
C Puncture maximum force	-30 °C	N	ISO 6603-2	860	
C Puncture energy	23 °C	J	ISO 6603-2	3	6
C Puncture energy	-30 °C	J	ISO 6603-2	3	
Ball indentation hardness		N/mm ²	ISO 2039-1	210	100
Thermal properties					
C Melting temperature	10 °C/min	°C	ISO 11357-1,-3	222	
C Temperature of deflection under load	1.80 MPa	°C	ISO 75-1,-2	200	
C Temperature of deflection under load	0.45 MPa	°C	ISO 75-1,-2	215	
C Temperature of deflection under load	8.00 MPa	°C	ISO 75-1,-2	110	
Vicat softening temperature	50 N; 120 °C/h	°C	ISO 308	> 200	
C Coefficient of linear thermal expansion, parallel	23 to 55 °C	10 ⁻⁴ /K	ISO 11359-1,-2	0.2	

Property	Test Condition	Unit	Standard	guide value d.a.m.	cond.
C Coefficient of linear thermal expansion, transverse	23 to 55 °C	10 ⁻⁴ /K	ISO 11359-1,-2	1.0	
C Burning behavior UL 94 (1.6 mm)		Class	UL 94	HB	
C Burning behavior UL 94	3.2 mm	Class	UL 94	HB	
C Oxygen index	Method A	%	ISO 4589-2	22	
Glow wire test (GWFI)	1.5 mm	°C	IEC 60695-2-12	700	
Burning behavior US-FMVSS302	>=1.0 mm		ISO 3795	passed	
C Vicat softening temperature	50 N; 50 °C/h	°C	ISO 306	200	
Electrical properties (23 °C/50 % r. h.)					
C Relative permittivity	100 Hz	-	IEC 60250	4.2	12
C Relative permittivity	1 MHz	-	IEC 60250	3.8	4.4
C Dissipation factor	100 Hz	10 ⁻⁴	IEC 60250	100	2550
C Dissipation factor	1 MHz	10 ⁻⁴	IEC 60250	170	780
C Volume resistivity		Ohm·m	IEC 60093	1E13	1E10
C Surface resistivity		Ohm	IEC 60093	1E14	1E13
C Electric strength	1 mm	kV/mm	IEC 60243-1	35	30
C Comparative tracking index CTI	Solution A	Rating	IEC 60112	425 - 0,1	
Comparative tracking index CTI M	Solution B	Rating	IEC 60112	300 (200) M - 1.4	
Other properties (23 °C)					
C Water absorption (Saturation value)	Water at 23 °C	%	ISO 62	7.0	
C Water absorption (Equilibrium value)	23 °C; 50 % RH	%	ISO 62	2.1	
C Density		kg/m ³	ISO 1183	1360	
Bulk density		kg/m ³	ISO 60	700	
Processing conditions for test specimens					
C Injection molding-Melt temperature		°C	ISO 294	280	
C Injection molding-Mold temperature		°C	ISO 294	80	
Processing recommendations					
Drying temperature dry air dryer		°C	-	80	
Drying time dry air dryer		h	-	2-6	
Residual moisture content		%	Acc. to Karl Fischer	0.03-0.12	
Melt temperature (Tmin - Tmax)		°C	-	270-290	
Mold temperature		°C	-	80-120	

- **Polímero D (Poliamida 6,6)**

PA 66, 50 % glass fibres, injection moulding, heat-ageing stabilized

ISO Shortname: ISO 1874-PA 66,GHR,14-180,GF50

Property	Test Condition	Unit	Standard	guide value	cond.
Rheological properties					
C Molding shrinkage, parallel	80x80x2; 300 °C / MT 80 °C; 800 bar	%	ISO 294-4	0.37	
C Molding shrinkage, transverse	80x80x2; 300 °C / MT 80 °C; 800 bar	%	ISO 294-4	0.93	
Post- shrinkage, parallel	80x80x2; 120 °C; 4 h	%	ISO 294-4	0.05	
Post- shrinkage, transverse	80x80x2; 120 °C; 4 h	%	ISO 294-4	0.09	
Mechanical properties (23 °C/50 % r. h.)					
C Tensile modulus	1 mm/min	MPa	ISO 527-1,-2	18000	
C Tensile Stress at break	5 mm/min	MPa	ISO 527-1,-2	230	
C Tensile Strain at break	5 mm/min	%	ISO 527-1,-2	2.5	
C Charpy impact strength	23 °C	kJ/m ²	ISO 179-1eU	100	
C Charpy impact strength	-30 °C	kJ/m ²	ISO 179-1eU	100	
C Charpy notched impact strength	23 °C	kJ/m ²	ISO 179-1eA	17	
C Charpy notched impact strength	-30 °C	kJ/m ²	ISO 179-1eA	15	
Charpy notched impact strength	-40 °C	kJ/m ²	ISO 179-1eA	14	
Izod impact strength	23 °C	kJ/m ²	ISO 180-1U	90	
Izod impact strength	-30 °C	kJ/m ²	ISO 180-1U	90	
Izod notched impact strength	23 °C	kJ/m ²	ISO 180-1A	15	
Izod notched impact strength	-30 °C	kJ/m ²	ISO 180-1A	13	
Flexural modulus	2 mm/min	MPa	ISO 178-A	15300	
Flexural strength	2 mm/min	MPa	ISO 178-A	380	
Flexural strain at flexural strength	2 mm/min	%	ISO 178-A	3.0	
Thermal properties					
C Melting temperature	10 °C/min	°C	ISO 11357-1,-3	262	
C Temperature of deflection under load	1.80 MPa	°C	ISO 75-1,-2	250	
C Temperature of deflection under load	0.45 MPa	°C	ISO 75-1,-2	250	
Electrical properties (23 °C/50 % r. h.)					
C Relative permittivity	100 Hz	-	IEC 60250	5.0	
C Relative permittivity	1 MHz	-	IEC 60250	4.4	
C Dissipation factor	100 Hz	10 ⁻⁴	IEC 60250	250	
C Dissipation factor	1 MHz	10 ⁻⁴	IEC 60250	230	
C Volume resistivity		Ohm·m	IEC 60093	1E13	
C Surface resistivity		Ohm	IEC 60093	1E16	
C Electric strength	1 mm	kV/mm	IEC 60243-1	38	
C Comparative tracking index CTI	Solution A	V	IEC 60112	500	

Property	Test Condition	Unit	Standard	guide value	
				d.a.m.	cond.
Other properties (23 °C)					
C Density		kg/m ³	ISO 1183	1570	
Bulk density		kg/m ³	ISO 60	700	
Processing conditions for test specimens					
C Injection molding-Melt temperature		°C	ISO 294	290	
C Injection molding-Mold temperature		°C	ISO 294	80	
Processing recommendations					
Drying temperature dry air dryer		°C	-	80	
Drying time dry air dryer		h	-	2-6	
Residual moisture content		%	Acc. to Karl Fischer	0.03-0.12	
Melt temperature (Tmin - Tmax)		°C	-	280-300	
Mold temperature		°C	-	80-120	

- **Polímero P (Tereftalato de Polibutileno)**

PBT, 30 % glass fibers, injection molding, improved flowability, hydrolysis stabilized

ISO Shortname: ISO 7792-1-PBT, GHMRW, 09-100, GF30

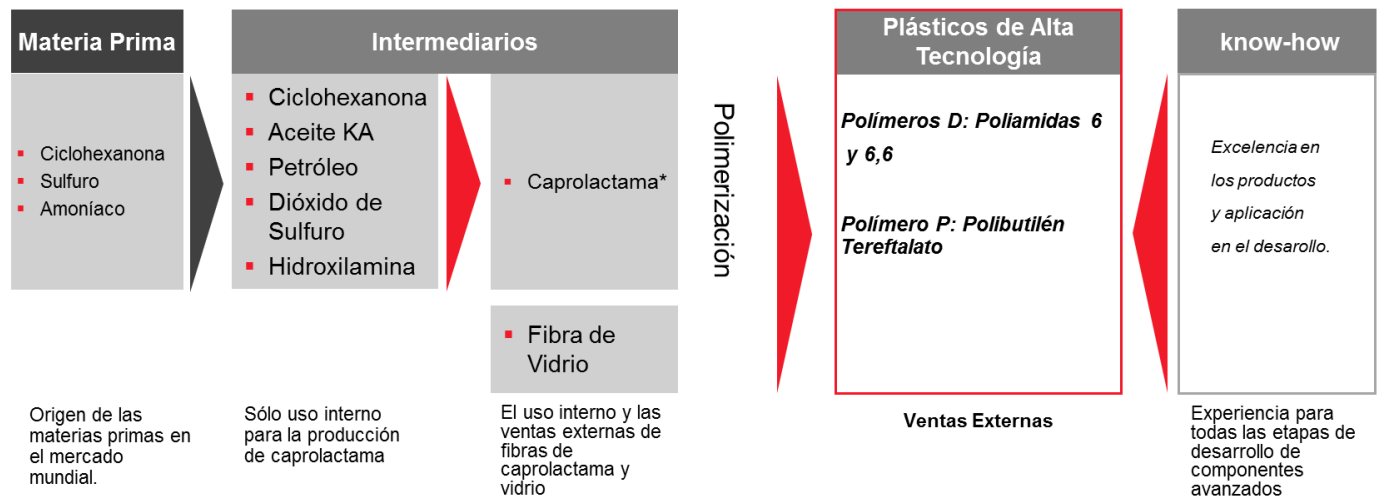
Property	Test Condition	Unit	Standard	guide value
Rheological properties				
C Melt volume-flow rate	260 °C; 2.16 kg	cm ³ /(10 min)	ISO 1133-1	15
C Molding shrinkage, parallel	60x60x2; 260 °C / MT 80 °C; 600 bar	%	ISO 294-4	0.3
C Molding shrinkage, transverse	60x60x2; 260 °C / MT 80 °C; 600 bar	%	ISO 294-4	1.0
Post- shrinkage, parallel	60x60x2; 120 °C; 4 h	%	ISO 294-4	0,1
Post- shrinkage, transverse	60x60x2; 120 °C; 4 h	%	ISO 294-4	0.1
Mechanical properties (23 °C/50 % r. h.)				
C Tensile modulus	1 mm/min	MPa	ISO 527-1,-2	9600
C Tensile Stress at break	5 mm/min	MPa	ISO 527-1,-2	125
C Tensile Strain at break	5 mm/min	%	ISO 527-1,-2	2.9
C Charpy impact strength	23 °C	kJ/m ²	ISO 179-1eU	65
C Charpy impact strength	-30 °C	kJ/m ²	ISO 179-1eU	55
C Charpy notched impact strength	23 °C	kJ/m ²	ISO 179-1eA	<10
C Charpy notched impact strength	-30 °C	kJ/m ²	ISO 179-1eA	<10
Izod impact strength	23 °C	kJ/m ²	ISO 180-1U	55
Izod impact strength	-30 °C	kJ/m ²	ISO 180-1U	55
Izod notched impact strength	23 °C	kJ/m ²	ISO 180-1A	<10
Izod notched impact strength	-30 °C	kJ/m ²	ISO 180-1A	<10
Flexural modulus	2 mm/min	MPa	ISO 178-A	9100
Flexural strength	2 mm/min	MPa	ISO 178-A	200
Flexural strain at flexural strength	2 mm/min	%	ISO 178-A	3.2
Thermal properties				
C Melting temperature	10 °C/min	°C	ISO 11357-1,-3	225
C Temperature of deflection under load	1.80 MPa	°C	ISO 75-1,-2	205
C Temperature of deflection under load	0.45 MPa	°C	ISO 75-1,-2	220
Vicat softening temperature	50 N; 120 °C/h	°C	ISO 306	205
C Coefficient of linear thermal expansion, parallel	23 to 55 °C	10 ⁻⁴ /K	ISO 11359-1,-2	0.3
C Coefficient of linear thermal expansion, transverse	23 to 55 °C	10 ⁻⁴ /K	ISO 11359-1,-2	1.3
C Burning behavior UL 94	0.75 mm	Class	UL 94	HB
Glow wire test (GWFI)	0.8 mm	°C	IEC 60695-2-12	800
Glow wire test (GWFI)	1.5 mm	°C	IEC 60695-2-12	800
Glow wire test (GWFI)	3.0 mm	°C	IEC 60695-2-12	800
Glow wire test (GWIT)	0.8 mm	°C	IEC 60695-2-13	825
Glow wire test (GWIT)	1.5 mm	°C	IEC 60695-2-13	825
Glow wire test (GWIT)	3.0 mm	°C	IEC 60695-2-13	825
Burning behavior US-FMVSS302			ISO 3795	passed

5. CADENA DE VALOR

En este diagrama, se muestra el proceso de la cadena de valor en la empresa. Muestra todo el proceso, desde materia prima que, combinada con las materias intermedias o intermediarias, se convierte en la caprolactama y fibra de vidrio esenciales para la obtención de los polímeros necesarios.

Todo esto aunado con el *know-how* de la empresa, que se caracteriza por la excelente calidad en los procesos, así como un departamento de investigación y desarrollo con 35 años de experiencia, da como resultado un producto de excelencia.

Diagrama 3: Cadena de Valor



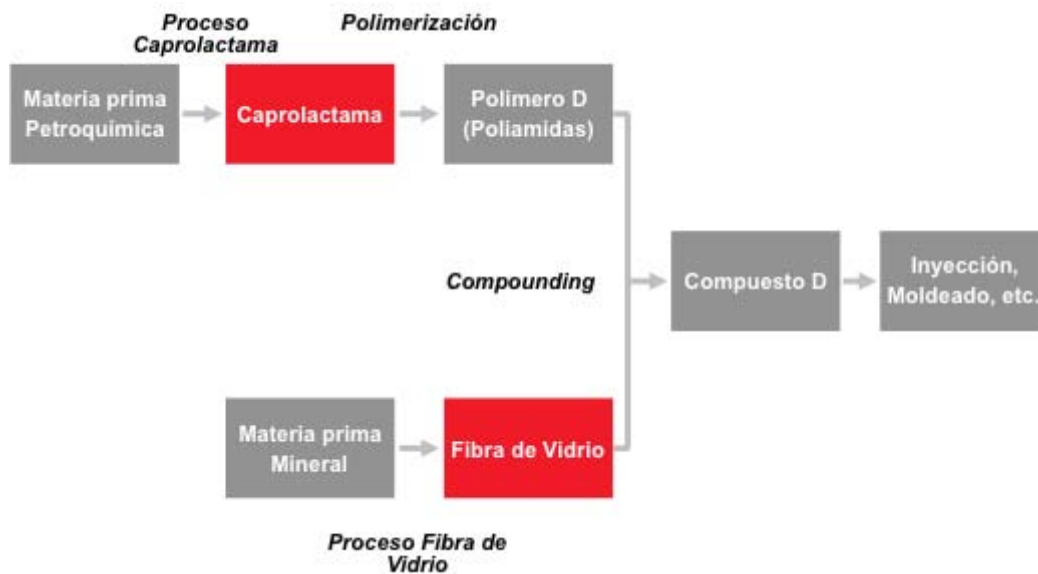
****La integración vertical es la clave de la excelencia de la calidad en nuestros productos.**

* Caprolactama es el material base para la polimerización de las poliamidas.

** Integración Vertical: Fusiones y alianzas con empresas de etapas previas en el proceso económico para lograr ganancias de eficiencia

- Se cuenta con una planta de fabricación de fibra de vidrio a escala mundial con el proceso de corte automatizado al 100%, en la cual se invirtieron más de 15 millones de euros y que cuenta con una producción de 70,000 ton/año. Esta planta cuenta con la más reciente tecnología de su tipo.
- Es el único productor de fibra de vidrio que se integra en diferentes compuestos.
- 35 años de experiencia avalan las muestras, los desarrollos de tamaño y especialidades de este tipo.

Diagrama 4: Proceso de “Compounding”



6. Análisis de mercado de la industria automotriz en México

Actualmente, la industria automotriz en México está posicionada como la segunda industria formal después de la del petróleo y gas desde que en 1994 se firmó el tratado TLCAN (siglas de Tratado de Libre Comercio de América del Norte).

Hoy en día este sector contribuye en un 3.5% al PIB del país y genera un superávit comercial de \$39 billones¹ de dólares. En 2013 se logró un récord en producción y exportación jamás antes alcanzado, fortaleciendo la posición de México como el segundo productor más grande de Latinoamérica y el octavo productor a nivel global (considerando vehículos ligeros y pesados). Actualmente México se posiciona en cuarto lugar en producción de vehículos ligeros.

También fue el año en donde México rebaso a Japón para convertirse en el segundo exportador a Estados Unidos.

México también se ha posicionado entre los más grandes fabricantes de autopartes ocupando actualmente el quinto lugar a nivel global, y es hogar de 89 de las 100 principales compañías que fabrican autopartes en el mundo.

El primer cuarto del 2014 sorprendió a la economía mundial, logrando un incremento en el superávit en este sector de 16.9% con respecto al primer cuarto del año anterior, evidencia de que esta industria sigue creciendo a un ritmo impresionante.

Se prevé que para 2017, la industria automotriz mexicana logrará una capacidad anual de casi 4 millones de vehículos, que se traduce en una línea de producción de ensamblado de 10,000 unidades por día.

Según la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), en 2013 se lograron cifras récord en los niveles de producción de 2,933,465 vehículos ligeros, 1.7% más de lo obtenido el año anterior; hay una brecha enorme respecto de los 505,202 automóviles fabricados en 1988.

¹ Entiéndase billones de dólares como 10⁹ o mil millones.

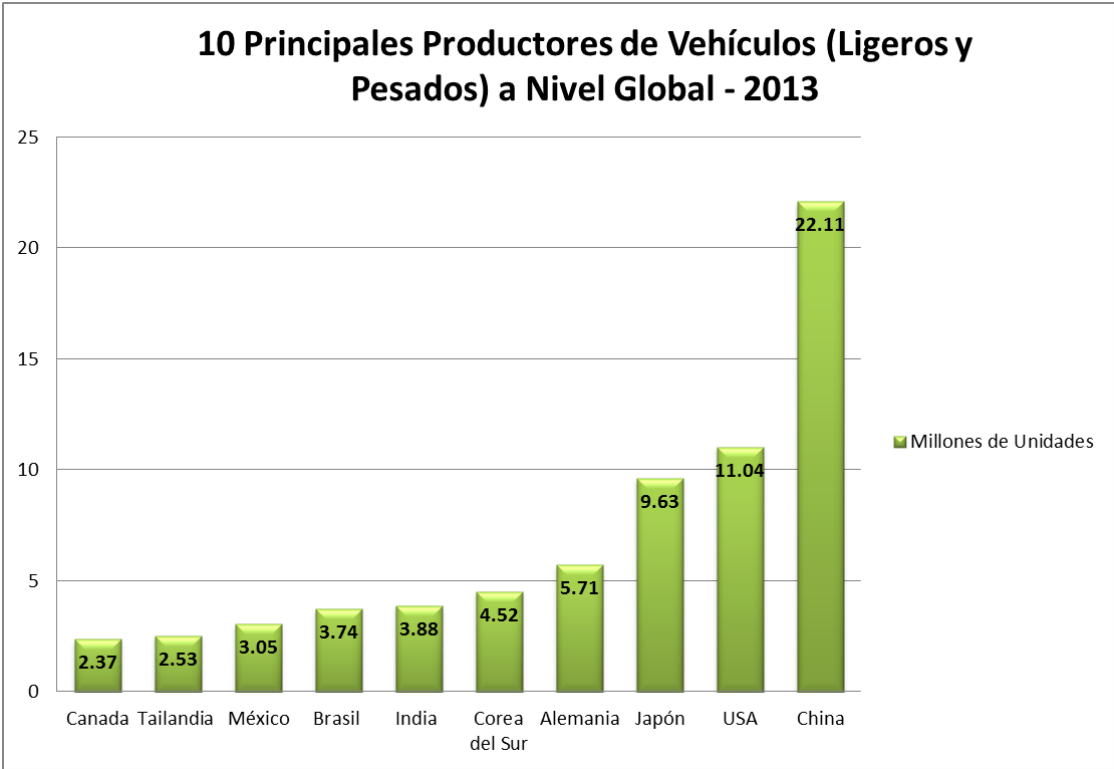
De estos vehículos fabricados en 2013, 82.1% eran exportados, mientras que el 17.9% eran destinados para el mercado local.

Los números mensuales del 2014 continuaron mostrando niveles históricos, con 287,488 unidades fabricadas tan sólo en el mes de mayo, mostrando un incremento de 12.5% sobre el mismo mes del 2013.

La razón principal por la que México ha crecido tanto en estos últimos años es su bajo costo de mano de obra y la accesibilidad que se dio gracias al tratado TLCAN. Se prevé que los salarios de manufactura serán 30% más bajos que los de China para este año, lo que asegura a nuestro país ser un líder competitivo y atractivo para la inversión extranjera.

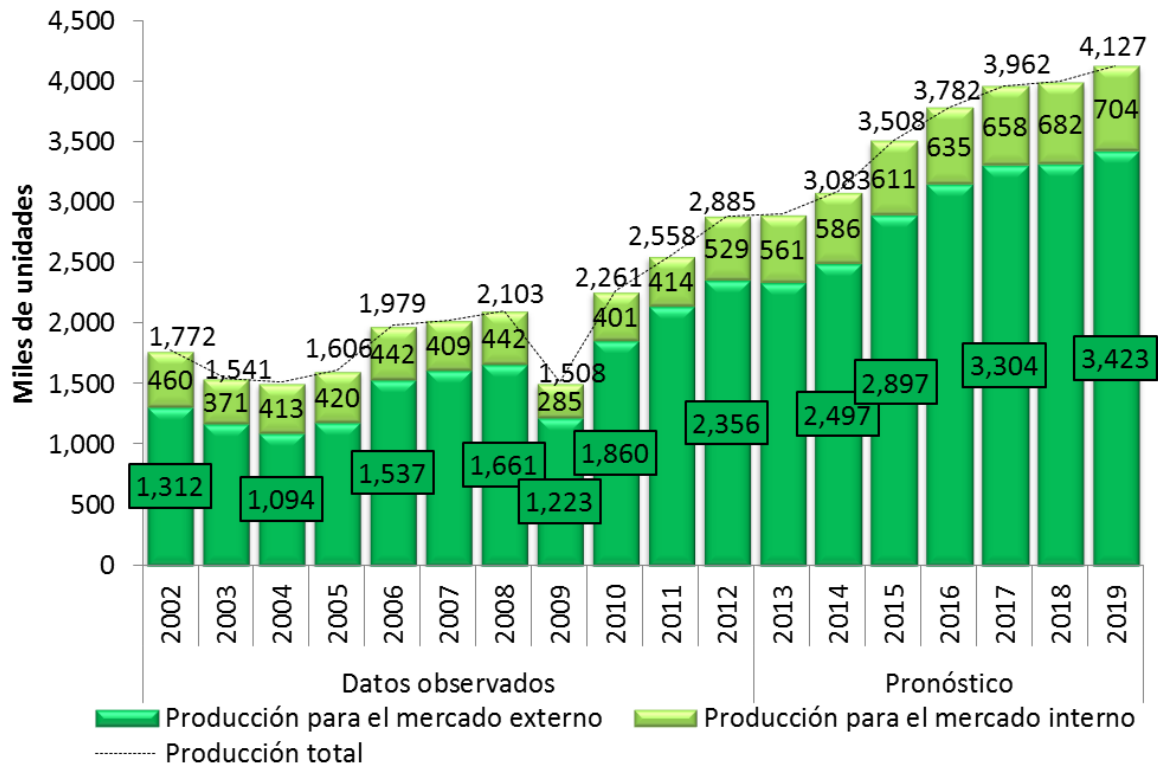
Otra rama que está floreciendo y creciendo rápidamente en nuestro país, y que en 2012 alcanzó su mejor año en producción con 138,000 vehículos pesados de los cuales 104,000 fueron exportados. Una leve caída se observó en 2013 con 136,900 vehículos pesados producidos.

Gráfica 2



Producción de vehículos ligeros en México

Gráfica 3



6.1 Producción de autopartes por país 2014

México figura ahora entre los principales fabricantes de autopartes en el mundo, actualmente ocupando el quinto lugar a nivel global rebasando por poco a Corea del Sur.

De acuerdo con el Ing. Óscar Albin, presidente de la Industria Nacional de Autopartes (INA) este sector está mostrando un éxito impresionante en nuestro país. El sector, en 2013, fue valuado aproximadamente en 76.8 millones de dólares, empleando a 637,800 trabajadores.

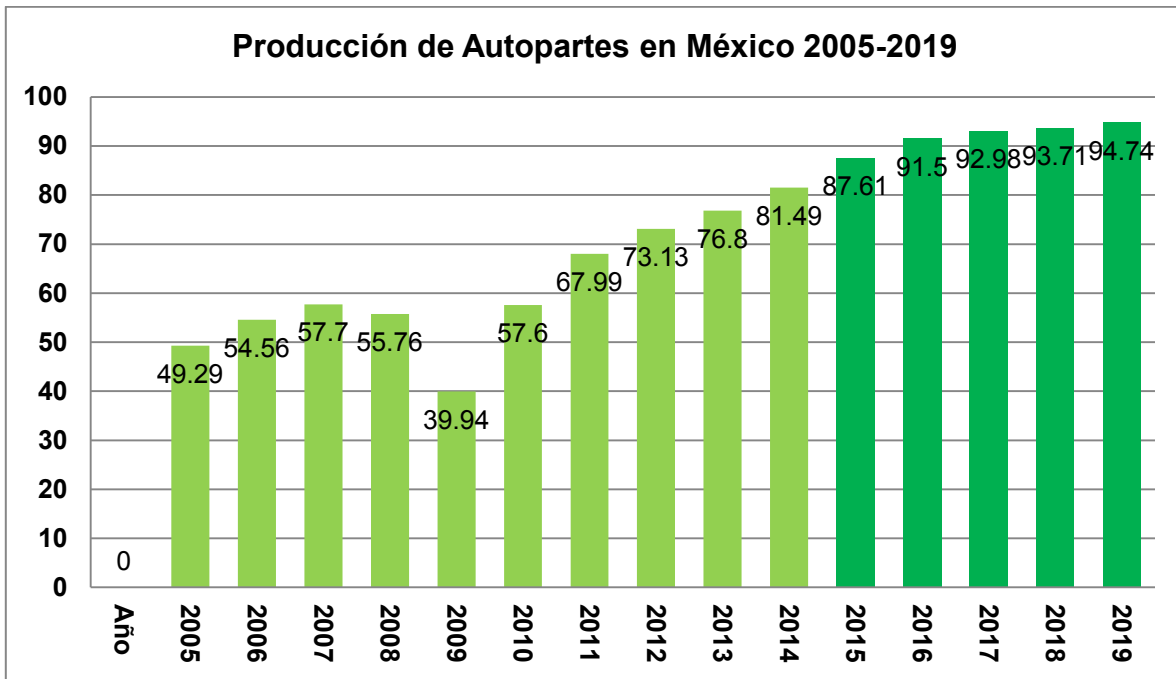
El total obtenido en México en 2014 en la industria de las autopartes fue de 81.5 billones² de dólares y se prevé un alcance para 2020 de 94 billones.

90.1% de todas las autopartes fabricadas en México fueron exportadas a Estados Unidos en 2013, seguido por Canadá, Brasil y Alemania.

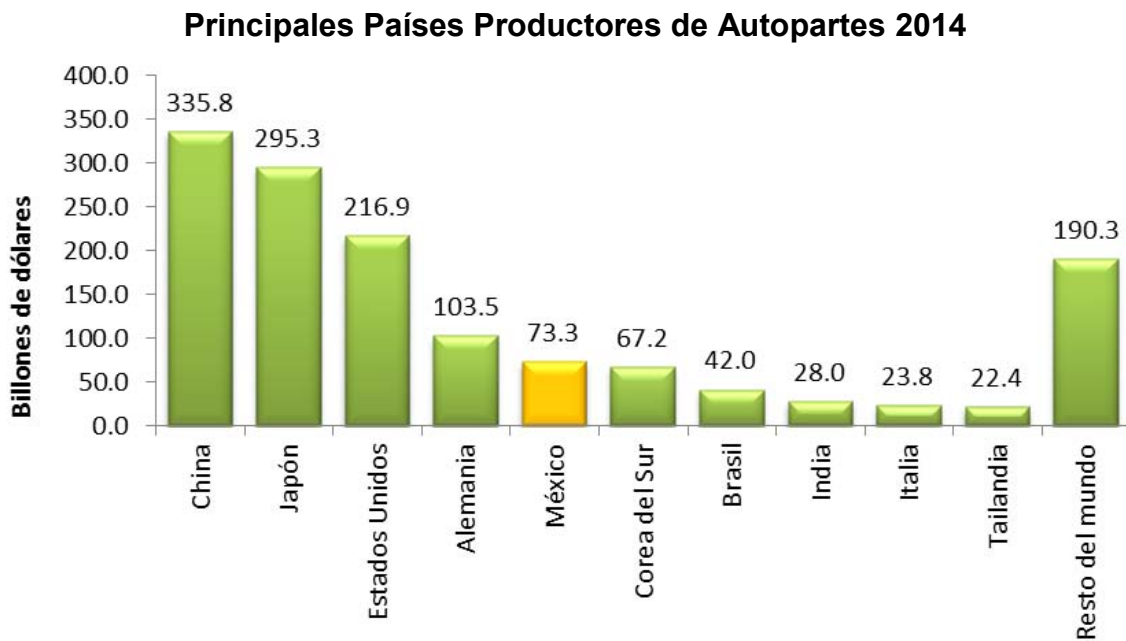
Otro dato importante es, que en México se gradúan más de 100,000 ingenieros cada año de 900 programas relacionados con tecnología e industria. Mientras que en Estados Unidos, en promedio los ingenieros tienen 55 años de edad, en México, las ingenierías cuentan con una media de profesionistas de 27 años. México continuará promoviendo la graduación de jóvenes que alimentaran éste y otros sectores industriales a menor costo que sus equivalentes estadounidenses, pero habrá más oportunidades de capacitación y trabajo en el extranjero en áreas relacionadas.

² Entiéndase billones de dólares como 10^9 o mil millones.

Gráfica 4



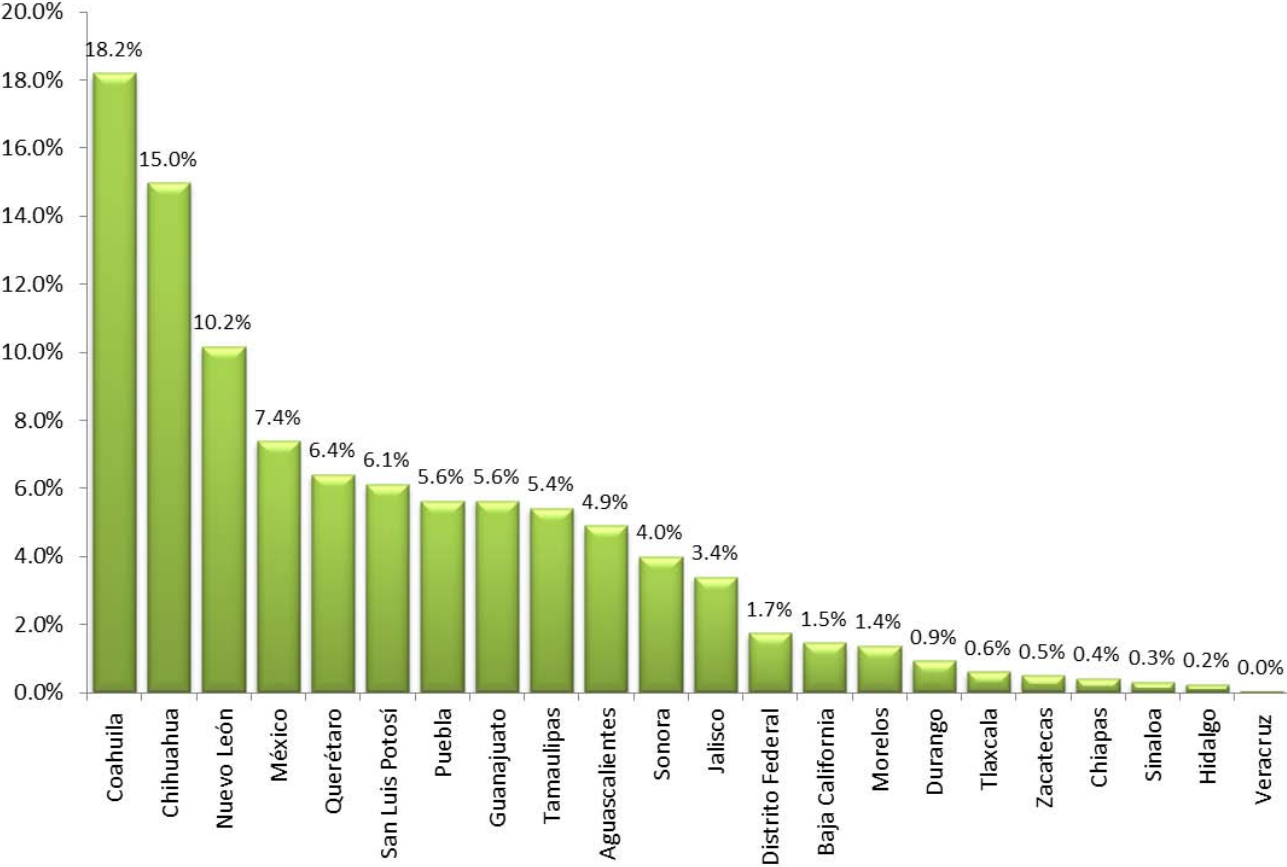
Gráfica 5



*Actualmente México es el quinto productor mundial de autopartes.

6.2 Producción de autopartes por entidad federativa, enero-mayo 2014

Gráfica 6



7. MARKET SHARE DE POLÍMEROS LXS EN EL SECTOR AUTOMOTRIZ DE MÉXICO

Por medio de información proporcionada por la ANIQ (Asociación Nacional de la Industria Química), se realiza el presente estudio de mercado, mediante el análisis de los mayores importadores de poliamidas 6, 6,6 y PBT de México.

Este estudio nos da idea de cuánto material que se importa a México va destinado a la industria automotriz, así como el posicionamiento de Polímeros LXS como uno de los mayores proveedores de estas resinas en México.

7.1 Market Share de Polímeros “D” LXS (Poliamidas 6 y 6,6) 2014

Tabla 4

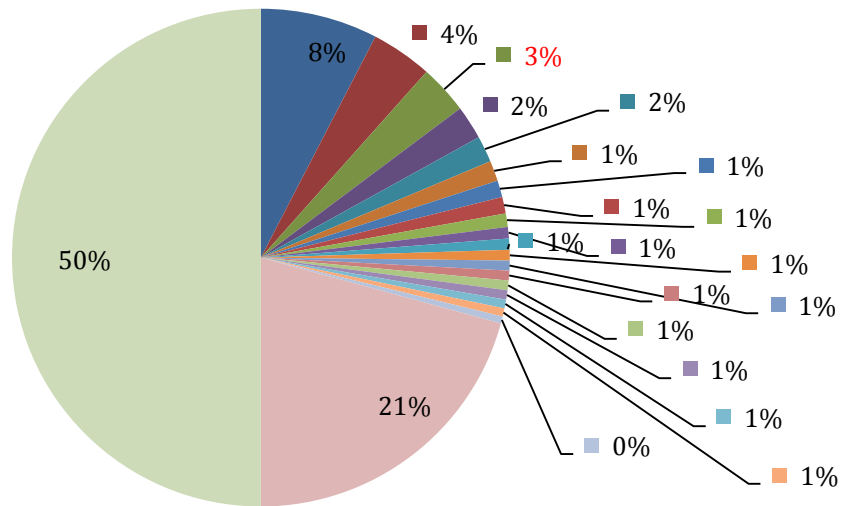
Empresa	Cantidad (KG)
BASF MEXICANA	14,578,585.34
MAHLE SISTEMAS DE FILTRACION DE MEXICO S.A. DE C.V.	7,615,708.39
DELPHI DE MEXICO, S.A. DE C.V.	6,097,357.28
FIBERS MEXICO HOLDINGS DE RL DE CV	4,199,369.61
DU PONT MEXICO, S.A. DE C.V.	3,270,275.00
RHODIA DE MEXICO S.A. DE C.V.	2,531,497.15
DU PONT MEXICO, S.A. DE C.V.	2,077,315.00
MTD CONSUMER PRODUCTS MEXICO SA DE CV	2,056,372.97
POLIMEROS LXS	1,680,792.00
A SCHULMAN DE MEXICO, SA DE CV	1,416,780.05
MANN + HUMMEL MEXICO SA DE CV	1,391,441.56
KONGSBERG DIVELINE SYSTEMS DE RL DE CV	1,321,441.56

Empresa	Cantidad (KG)
CENTURY MOLD MEXICO S DE RL DE CV	1,235,094.66
AUTOPARTES DE PRECISION DE SANTANA S DE RL DE C	1,223,061.95
FILTERTEK DE MEXICO SA DE CV	1,197,392.41
MAQUILAS TETAKAWI SA DE CV	1,162,722.28
SABIC INNOVATIVE PLASTICS MEXICO S DE RL DE CV	1,084,253.12
CONDUCTORES MONTERREY SA DE CV	1,022,204.90
ADAC STRATTEC DE MEXICO S DE RL DE CV	868,169.75
OTROS	39,717,683.48
TOTAL (KG)	95,747,518.46

Market Share de Polímeros "D" LXS (Poliamidas 6 y 6,6) 2014

- BASF MEXICANA
- MAHLE SISTEMAS DE FILTRACION DE MEXICO S.A. DE C.V.
- DELPHI DE MEXICO, S.A. DE C.V.
- FIBERS MEXICO HOLDINGS DE RL DE CV
- DU PONT MEXICO, S.A. DE C.V.
- RHODIA DE MEXICO S.A. DE C.V.
- DU PONT MEXICO, S.A. DE C.V.
- MTD CONSUMER PRODUCTS MEXICO SA DE CV
- **POLIMEROS LXS**
- A SCHULMAN DE MEXICO, SA DE CV
- MANN + HUMMEL MEXICO SA DE CV
- KONGSBERG DIVELINE SYSTEMS DE RL DE CV
- CENTURY MOLD MEXICO S DE RL DE CV
- AUTOPARTES DE PRECISION DE SANTANA S DE RL DE C
- FILTERTEK DE MEXICO SA DE CV
- MAQUILAS TETAKAWI SA DE CV

Gráfica 7



7.2 Market Share de Polímeros “P” LXS (PBT) 2014

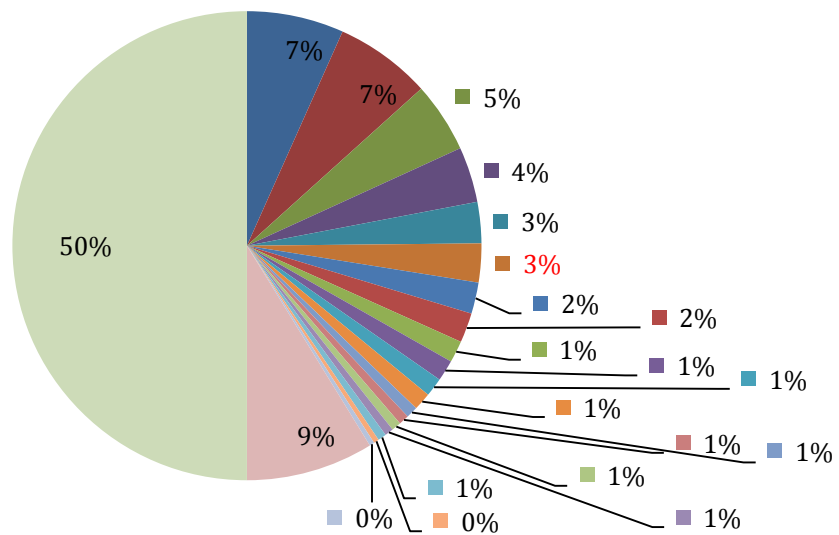
Tabla 5

Empresa	Cantidad (KG)
DU PONT MEXICO SA DE CV	4,362,425.45
BASF MEXICANA SA DE CV	4,334,983.00
AUTO CONECTORES DE CHIHUAHUA ELCOM S. RL DE CV	3,164,626.88
GRUPO CELANESES. DE RL DE CV	2,496,133.79
TECNOLOGIA DE ILUMINACION AUTOMOTRIZ, SA DE CV	1,852,326.81
DELPHI DE MEXICO, SA DE CV	1,748,225.24
TORAY INTERNATIONAL DE MEXICO SA DE CV	1,406,249.78
SABIC INNOVATIVE PLASTICS MEXICO, S DE RL DE CV	1,334,728.96
DENSO MEXICO SA DE CV (PLANTA APODACA)	976,396.39
AEES MANUFACTURERA, S. DE RL DE CV	949,239.94
FLUIDMASTER WATER TECHNOLOGY, S DE RL DE CV	840,072.00
POLIMEROS LXS	796,544.00
TOKYO ELECTRICA DE MEXICO, SA DE CV	525,215.18
MCI MIRROR CONTROLS INTERNATIONAL S DE RL DE CV	458,310.72
LEVITON DE MEXICO, S DE RL DE CV	425,160.69
ADAC STRATTEC DE MEXICO DE RL DE CV	389,229.32
DITEMSA PLASTICS, SA DE CV	380,624.63
WELLS MANUFACTURERA DE MEXICO SA DE CV	238,883.27
CARPLASTIC SA DE CV	220,929.35
OTROS	5,728,894.92
TOTAL (KG)	32,629,200.32

Market Share de Polímeros "P" LXS (PBT) 2014

- DU PONT MEXICO SA DE CV
- BASF MEXICANA SA DE CV
- AUTO CONECTORES DE CHIHUAHUA ELCOM S. RL DE CV
- GRUPO CELANESES. DE RL DE CV
- TECNOLOGIA DE ILUMINACION AUTOMOTRIZ, SA DE CV
- DELPHI DE MEXICO, SA DE CV
- TORAY INTERNATIONAL DE MEXICO SA DE CV
- SABIC INNOVATIVE PLASTICS MEXICO, S DE RL DE CV
- DENSO MEXICO SA DE CV (PLANTA APODACA)
- AEE S MANUFACTURERA, S. DE RL DE CV
- FLUIDMASTER WATER TECHNOLOGY, S DE RL DE CV
- POLIMEROS LXS
- TOKYO ELECTRICA DE MEXICO, SA DE CV
- MCI MIRROR CONTROLS INTERNATIONAL S DE RL DE CV
- LEVITON DE MEXICO, S DE RL DE CV

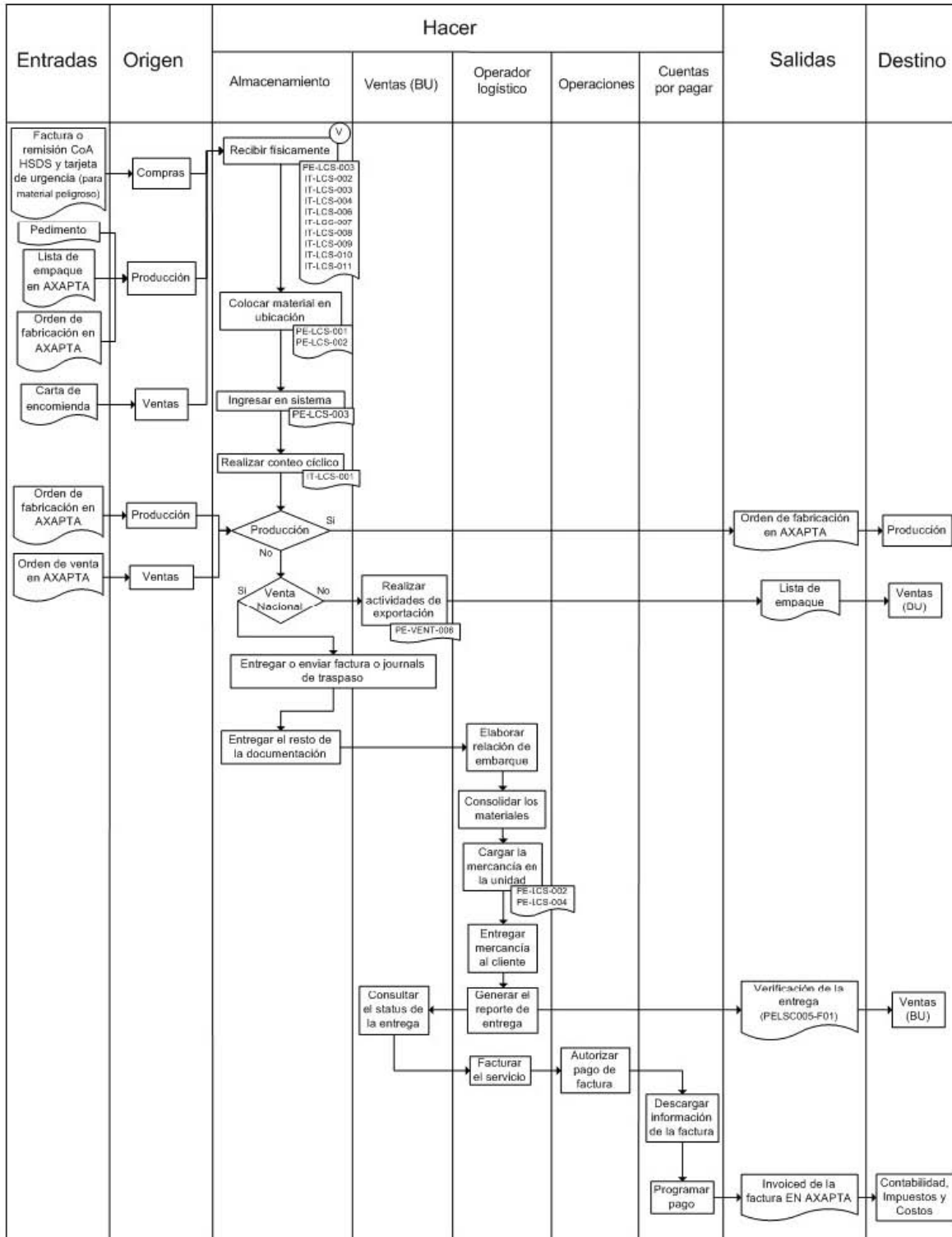
Gráfica 8



8. CADENA DE SUMINISTRO DE POLÍMEROS LXS

8.1 Mapeo del proceso de logística

Diagrama 5



Axapta: Software utilizado en la empresa para el manejo de inventario, órdenes de compra, contabilidad, etc.

9. ESTRUCTURA DE NIVELES EN LA LOGÍSTICA: INCOTERMS

Los Incoterms son un conjunto de reglas internacionales, regidos por la Cámara de Comercio Internacional (*ICC* por sus siglas en inglés), que determinan el alcance de las cláusulas comerciales incluidas en el contrato de compraventa internacional.

Los Incoterms también se denominan cláusulas de precio, pues cada término permite determinar los elementos que lo componen. La selección del Incoterm influye en el costo del contrato.

El propósito de los Incoterms es el de proveer un grupo de reglas internacionales para la interpretación de los términos más usados en el Comercio internacional.

Los Incoterms determinan:

- El alcance del precio.
- En qué momento y dónde se produce la transferencia de riesgos sobre la mercadería del vendedor hacia el comprador.
- El lugar de entrega de la mercadería.
- Quién contrata y paga el transporte
- Quién contrata y paga el seguro
- Qué documentos tramita cada parte y su costo.

➤ **CFR (Cost and Freight) - Costo y Flete (puerto de destino convenido)**

Para el vendedor los alcances son los mismos que la cotización FOB (como se verá más adelante) con la única diferencia de que la empresa, en este caso Polímeros LXS, debe encargarse de contratar la bodega del barco y pagar el flete hasta el destino.

El riesgo de pérdida o daño de las mercaderías así como cualquier costo adicional debido a eventos ocurridos después del momento de la entrega, se transmiten del vendedor al comprador

El término CFR exige al vendedor despachar las mercaderías para la exportación.

Este término puede ser utilizado sólo para el transporte por mar o por vías navegables interiores.

➤ **CIF (Cost, Insurance and Freight) - Costo, Seguro y Flete (puerto de destino convenido)**

Significa que el vendedor entrega la mercadería cuando esta sobrepasa la borda del buque en el puerto de embarque convenido.

El vendedor debe pagar los costos y el flete necesarios para conducir las mercaderías al puerto de destino convenido.

En condiciones CIF el vendedor debe también contratar un seguro y pagar la prima correspondiente, a fin de cubrir los riesgos de pérdida o daño que pueda sufrir la mercadería durante el transporte.

El comprador ha de observar que el vendedor está obligado a conseguir un seguro sólo con cobertura mínima. Si el comprador desea mayor cobertura necesitará

acordarlo expresamente con el vendedor o bien concertar su propio seguro adicional.

El término CIF exige al vendedor despachar las mercaderías para la exportación. Este término puede ser utilizado sólo para el transporte por mar o por vías navegables interiores.

➤ **CIP (Carriage and Insurance Paid to) - Transporte y Seguro Pagado Hasta (lugar de destino convenido)**

El vendedor entrega las mercaderías al transportista designado por él pero, además, debe pagar los costos del transporte necesario para llevar las mercaderías al destino convenido. El vendedor también debe conseguir un seguro contra el riesgo, que soporta el comprador, de pérdida o daño de las mercaderías durante el transporte.

El comprador asume todos los riesgos y con cualquier otro costo ocurridos después de que las mercaderías hayan sido así entregadas.

El CIP exige que el vendedor despache las mercaderías para la exportación. Este término puede emplearse con independencia del modo de transporte, incluyendo el transporte multimodal.

➤ **CPT (Carriage Paid To) - Transporte Pagado Hasta (lugar de destino convenido)**

El vendedor entrega las mercaderías al transportista designado por él pero, además, debe pagar los costos del transporte necesario para llevar las mercaderías al destino convenido.

El comprador asume todos los riesgos y con cualquier otro costo ocurridos después de que las mercaderías hayan sido así entregadas.

El CPT exige que el vendedor despache las mercaderías para la exportación.

Este término puede emplearse con independencia del modo de transporte, incluyendo el transporte multimodal.

➤ **DAF (Delivered At Frontier) - Entregadas en Frontera (lugar convenido)**

Significa que el vendedor ha cumplido su obligación de entregar cuando ha puesto la mercancía despachada en la Aduana para la exportación en el punto y lugar convenidos de la frontera pero antes de la aduana fronteriza del país comprador.

Este término puede emplearse con independencia del modo de transporte cuando las mercaderías deban entregarse en una frontera terrestre.

➤ **DDP (Delivered Duty Paid) - Entregadas Derechos Pagados (lugar de destino convenido)**

Significa que el vendedor entrega las mercaderías al comprador, despachadas para la importación, y no descargadas de los medios de transporte utilizados en el lugar de destino acordado.

El vendedor debe asumir todos los costos y riesgos ocasionados al llevar las mercaderías hasta aquel lugar, incluyendo los trámites aduaneros, y el pago de los trámites, derechos de aduanas, impuestos y otras cargas para la importación al país de destino.

➤ **EXW (Ex-Works) - En Fábrica (lugar convenido)**

Significa que el vendedor entrega cuando pone la mercadería a disposición del comprador en el establecimiento del vendedor o en otro lugar convenido (es decir, fábrica, almacén, etc.).

Este término representa, así, la menor obligación del vendedor, y el comprador debe asumir todos los costos y riesgos.

➤ **FAS (Free Along Ship) - Libre al Costado del Buque (puerto de carga convenido)**

Significa que la responsabilidad del vendedor finaliza una vez que la mercadería es colocada al costado del buque en el puerto de embarque convenido. Esto quiere decir que el comprador ha de asumir todos los costos y riesgos de pérdida o daño de las mercaderías desde aquel momento.

El término FAS exige al vendedor despachar las mercaderías para la exportación

➤ **FCA (Free Carrier) - Libre Transportista (lugar convenido)**

Significa que el vendedor entrega la mercadería para la exportación al transportista propuesto por el comprador, en el lugar acordado.

El lugar de entrega elegido influye en las obligaciones de carga y descarga de las partes. Si la entrega tiene lugar en los locales del vendedor este es responsable de la carga. Si la entrega ocurre en cualquier otro lugar, el vendedor no es responsable de la descarga.

Este término puede emplearse en cualquier medio de transporte incluyendo el transporte multimodal.

➤ **FOB (Free On Board) - Libre a Bordo (puerto de carga convenido)**

La responsabilidad del vendedor termina cuando las mercaderías sobrepasan la borda del buque en el puerto de embarque convenido.


El comprador debe soportar todos los costos y riesgos de la pérdida y el daño de las mercaderías desde aquel punto.

El término FOB exige al vendedor despachar las mercaderías para la exportación.

Este término puede ser utilizado sólo para el transporte por mar o por vías navegables interiores.

INCOTERMS en donde se visualizan los métodos de transportación y las responsabilidades del comprador, vendedor o de ambos.

Tabla 6



Modalidad de transporte	Mercancía acondicionada para su venta	La carga en el almacén del vendedor	Transporte interior en origen	Formalidades aduaneras de exportación	Gastos manipulación en origen	Transporte principal	El seguro de la mercancía	Gastos manipulación de destino	Formalidades aduaneras de importación	Transporte interior en destino	Descarga de la mercancía al almacén
EXW Polivalente	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
FCA Polivalente	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
FAS Marítimo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
FOB Marítimo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
CPT Polivalente	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
CIP Polivalente	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
CFR Marítimo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
CIF Marítimo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
DAT Polivalente	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
DAP Polivalente	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
DDP Polivalente	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■ Vendedor
 ■ Comprador
 ■ Vendedor/Comprador

10. PROPUESTA DE APERTURA DE NUEVO ALMACÉN EN QUERÉTARO

Actualmente la empresa Polímeros LXS cuenta con dos almacenes. Uno localizado en Vallejo en el Distrito Federal y otro localizado en Monterrey.

Realizando un análisis de la distribución de clientes, se puede observar que la gran mayoría requiere sus materiales en plantas en Querétaro, lo cual puede brindar una gran oportunidad para la compañía en cuanto a mejora del servicio, rapidez en respuesta si el cliente requiriera una muestra o material con urgencia y un ahorro significativo en la logística.

Tabla 7

Cliente	Almacén Cliente
Cliente G	Monterrey
Cliente A	Querétaro
Cliente T	Querétaro
Cliente S	Querétaro
Cliente Q	Querétaro
Cliente B	Querétaro
Cliente C	Querétaro
Cliente F	Querétaro
Cliente H	Querétaro
Cliente I	Querétaro
Cliente J	Querétaro
Cliente K	Querétaro
Cliente L	Querétaro
Cliente M	Querétaro
Cliente O	Querétaro
Cliente O	Querétaro
Cliente T	Vallejo
Cliente R	Vallejo
Cliente Q	Vallejo
Cliente B	Vallejo
Cliente D	Vallejo
Cliente N	Vallejo
Cliente P	Vallejo

Teniendo esto en cuenta, tenemos 3 posibles escenarios para la apertura del nuevo almacén en Querétaro:

- a.** Seguir con la misma Operación embarcando del almacén de Vallejo a los distintos destinos

- b.** Centralizar todo el producto de HPM en Querétaro

- c.** Aprovechar la ubicación Geográfica de los distintos almacenes (Vallejo - Querétaro - Monterrey), como Satélites, para tener un menor costo de operación.

10.1 Localización estratégica del almacén

Recientemente el Subsecretario de Desarrollo Económico de Querétaro, Juan Carlos Ituarte Zarza, ha hecho hincapié en cómo este estado ha forjado una relación cada vez más cercana con la industria automotriz mexicana a través de los años.

La industria automotriz es el mayor contribuyente a la economía de éste y otros estados, siendo casi el 10% del total de PIB estatal, y 10% de los empleos.

Esta situación no es realmente nueva, comenta Juan Carlos Ituarte, aunque nuevas inversiones han tomado presencia en la región del Bajío. Querétaro ha sido el hogar de varios proveedores Tier 1 (proveedores directos de automotrices) por muchos años.

Muchas compañías estadounidenses, europeas y asiáticas han llegado recientemente a Querétaro a fortalecer la inversión de este estado y de México en general.

Aunque no cuenta con OEM's (fabricante de equipos originales por sus siglas en inglés) o plantas de vehículos ligeros o pesados en el estado, Querétaro se encuentra entre los líderes a nivel global en Tier 1. Esto quiere decir, que hay mucha oportunidad de que en el futuro, alguna OEM decida invertir en el estado por la cercanía con sus proveedores.

Los recursos humanos y los altos niveles de investigación y desarrollo en Querétaro fortalecen el ambiente necesario para que estas compañías ligadas a la industria automotriz prosperen exitosamente. Cabe señalar, que otro sector muy importante en Querétaro, el cual también necesita de grandes volúmenes de poliamidas y PBT, es el sector aeroespacial, en donde se arman varios componentes de aviones Bombardier.

Las expectativas de crecimiento de este estado son muy alentadoras. En años recientes el índice de crecimiento del PIB estatal ha sido de alrededor del 6% y el promedio de los salarios ha aumentado de 20 dólares al día a 24 dólares entre 2013 y 2014, posicionando a Querétaro como el tercer estado mejor pagado en México.

Querétaro recibió, tan sólo en el 2013, 77 proyectos de inversión. 23 de estos hacían una inversión de 418 millones de dólares para la industria automotriz, creando cerca de 4000 nuevos empleos.

Actualmente, este estado cuenta con 300 compañías activas ligadas a la industria automotriz, de las cuales 58 son Tier 1, cerca de 200 Tier 2 y 3 (proveedores de las Tier 1) y las 140 restantes por debajo de la cadena de suministro. Los parques industriales en Querétaro se han visto claramente beneficiados, ya que cuentan con una concentración enorme de diversas compañías en un espacio relativamente pequeño (ver mapa 2, página 51), ideal para el movimiento continuo y rápido de materiales, sin mencionar que actualmente la región del Bajío cuenta con 142 plantas dedicadas a la producción de componentes de vehículos pesados (principalmente) y la región del centro del país con 101 plantas, lo que lo hace tener una posición estratégica muy privilegiada (ver mapa 1, página 50).

Tan sólo con el parque industrial El Marqués, se han creado cerca de 1000 empleos nuevos para proyectos dirigidos a la industria automotriz.

Querétaro se ha postulado como un sitio ideal para inversionistas de compañías trasnacionales, especialmente de Japón y Estados Unidos.

Ubicación de plantas de vehículos pesados: Bajío y centro de México

Mapa 1:

Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA) (2014)

Ubicación en México de Plantas de Vehículos Pesados



Principales proveedores de autopartes en el parque industrial Querétaro E/ Marqués

Mapa 2:

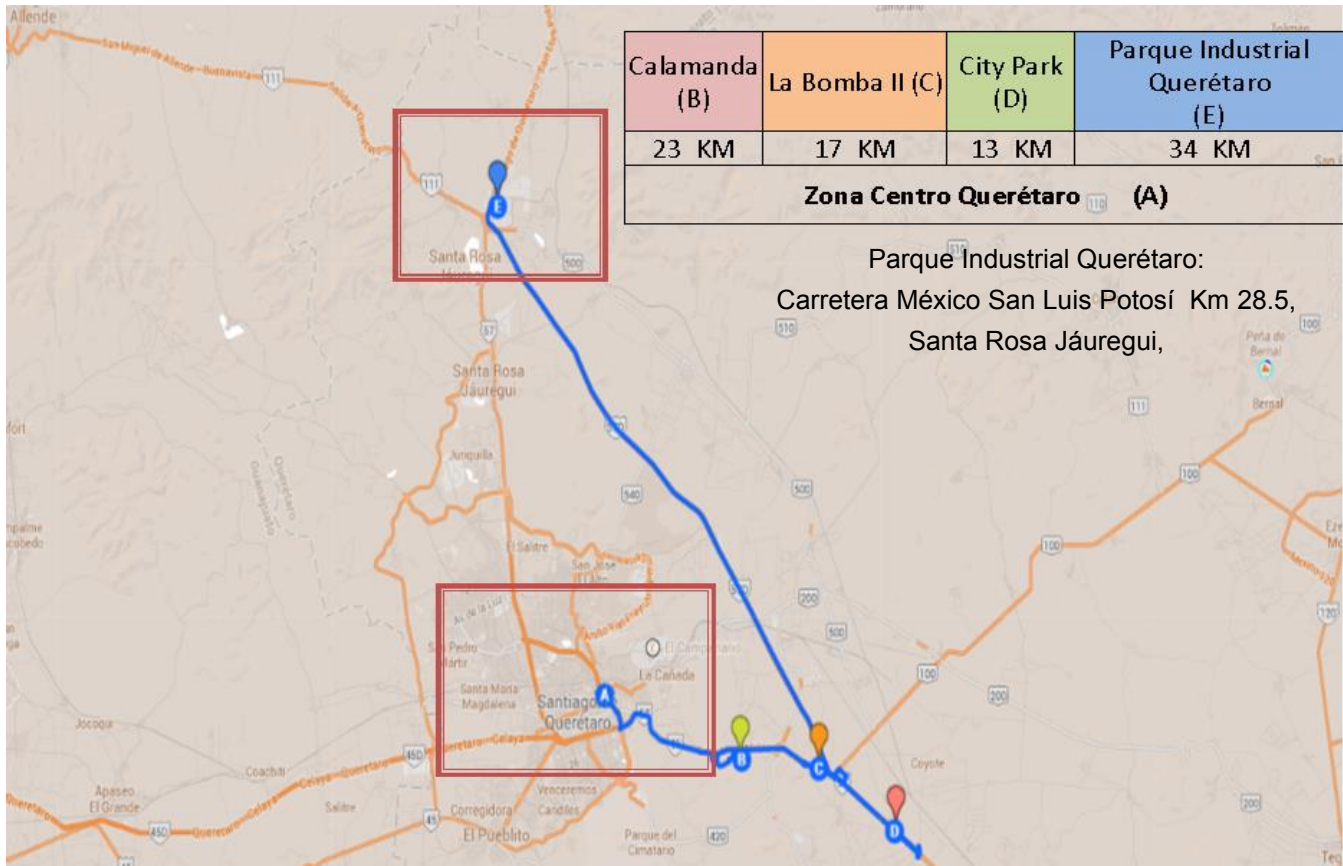
Fuente: Parque Industrial Querétaro



Mapa en donde se localizaría el almacén y distancia a los puntos claves en donde se encuentran la mayoría de clientes.

Mapa 3:

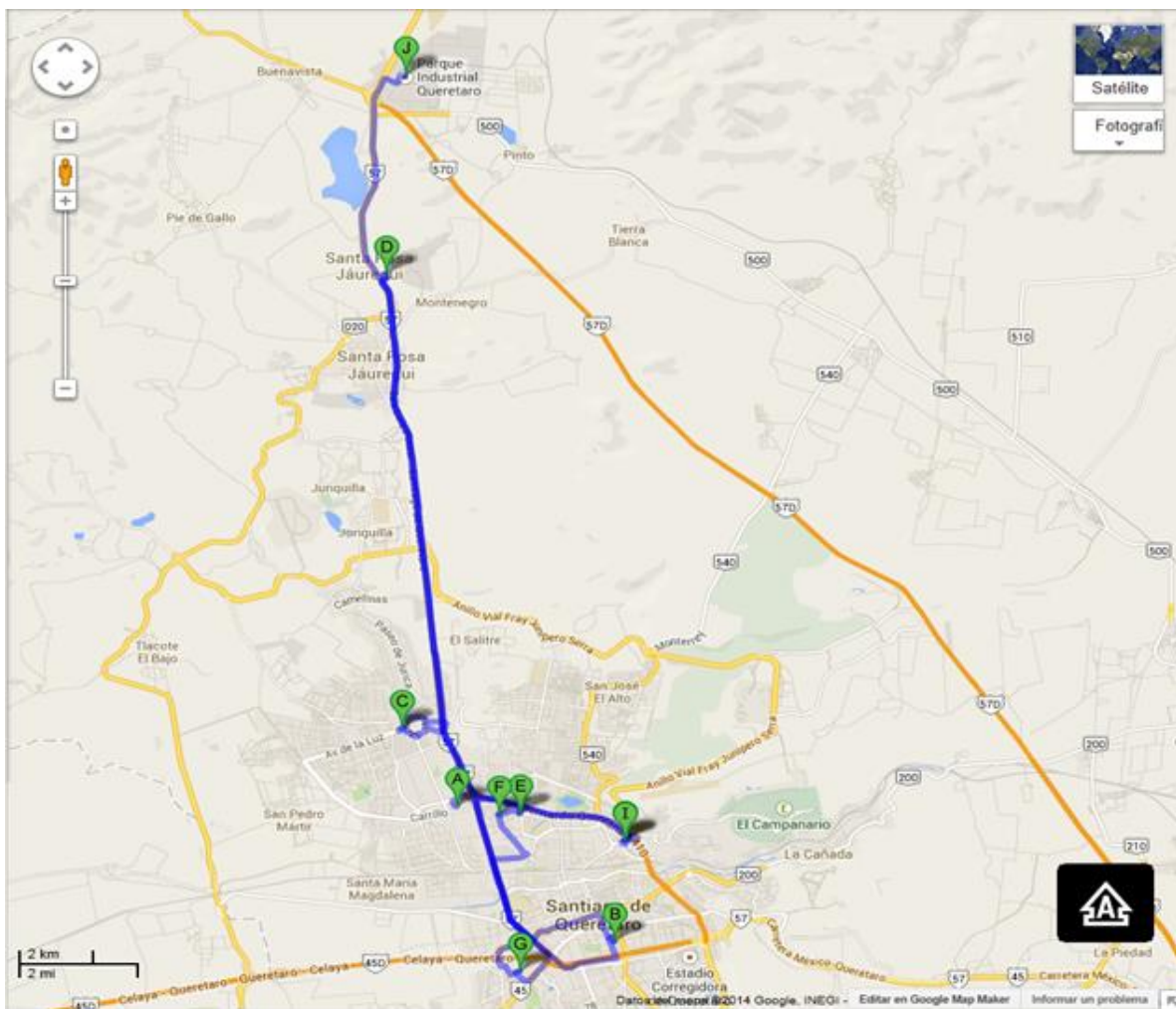
Fuente Google Maps



Ubicación de los principales clientes en Querétaro en donde J sería la posición tentativa de nuestro almacén.

Mapa 4:

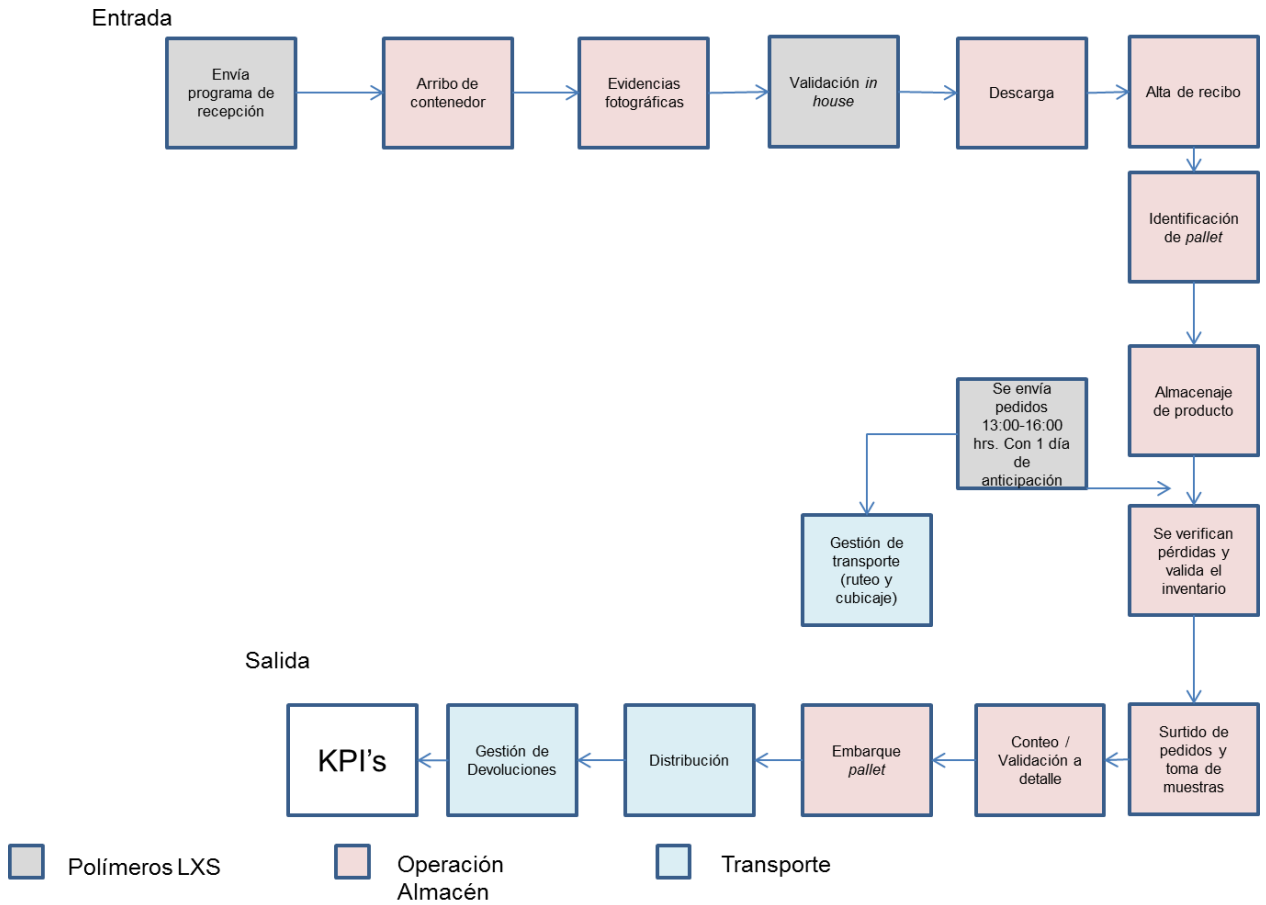
Fuente Google Maps



10.2 Diagrama de flujo del proceso operativo

Diagrama 6

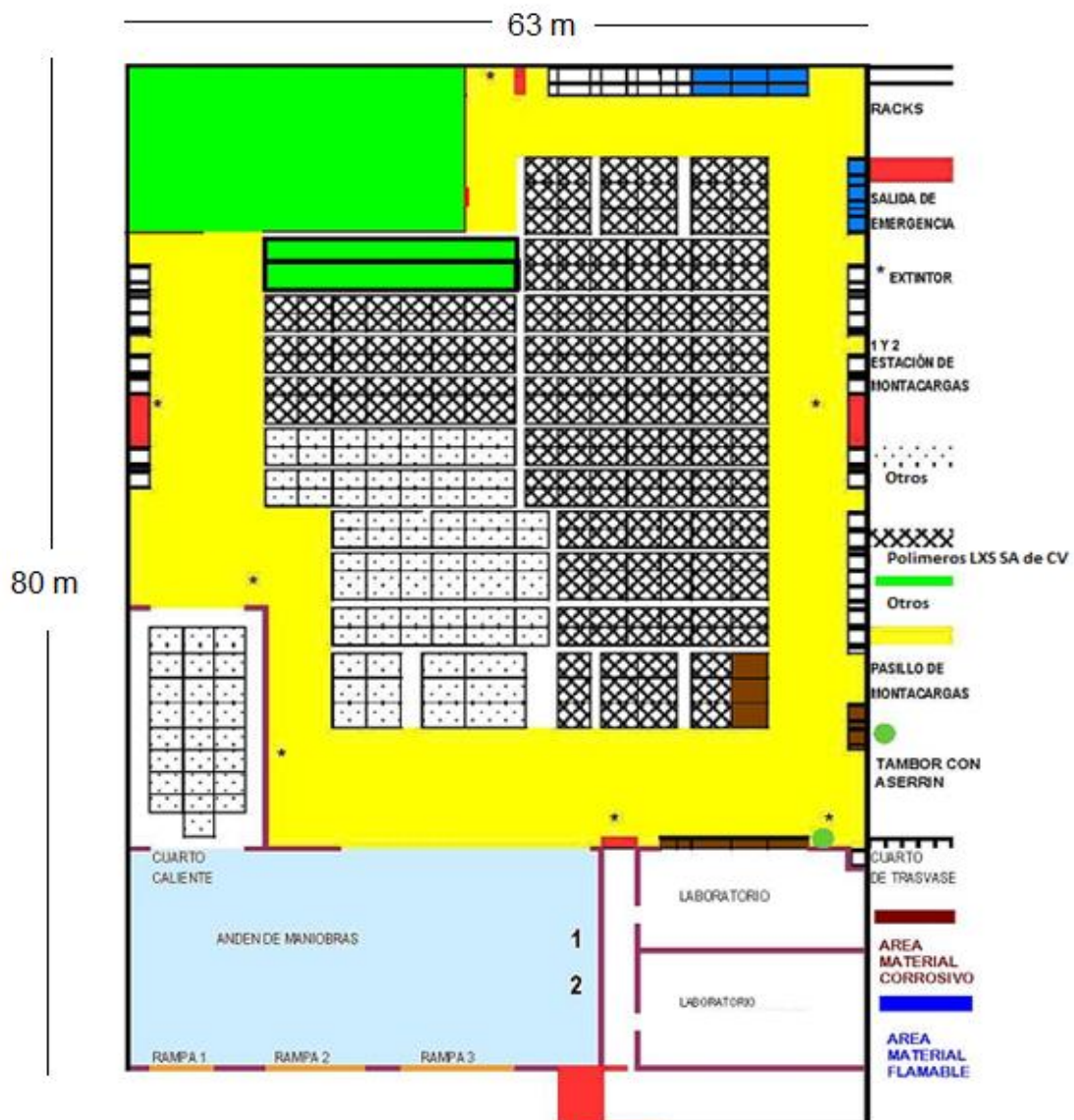
Diagrama de Flujo del Modelo Operativo del Almacén



10.3 Características del almacén Querétaro

- El almacén contará con 5000 m²
- Altura libre de 12 m
- Al menos 3 andenes
- Contará con dos laboratorios para realizar pruebas de calidad.
- 5 salidas de emergencia
- Cuarto para preparación de muestras
- 2050 posiciones de estantería o *racks*

10.4 Layout del almacén Querétaro



11. CADENA DE SUMINISTRO (SUPPLY CHAIN)

11.1 Operación de almacenaje y distribución actual en almacén Vallejo



11.2 Operación de almacenaje y distribución en almacén Querétaro

Operación de Almacenaje y Distribución Tentativa en Almacén Querétaro (Centralizando toda la Operación en Querétaro)



12. ANÁLISIS COMPARATIVO DEL ALMACÉN VALLEJO CONTRA ALMACÉN QUERÉTARO

Material de Estados Unidos Charlotte	
Descripción Destino	Costo
Flete Charlotte- Vallejo: \$3302.70 USD	\$ 3,302.70
Flete Charlotte- Querétaro: \$3145 USD	\$ 3,145.00

Reducción en Costo Flete Charlotte - Querétaro	5.01%
---	--------------

Material de Alemania que llega al puerto de Veracruz:	
Descripción Destino	Costo
Flete Veracruz- Vallejo: \$10,890 MXN	\$ 10,890.00
Flete Veracruz- Querétaro: \$15,125 MXN	\$ 15,125.00

Incremento en Costo Flete Veracruz - Querétaro	38.89%
---	---------------

Costo Flete Aduana - Almacen Vallejo			
Origen - Destino	Costo Flete	No. Eventos	Costo Total
Flete Veracruz - Vallejo	\$ 10,890.00	102	\$ 1,110,780.00
Flete Charlotte- Vallejo: \$3302.70 USD	\$ 42,935.10	114	\$ 4,894,601.40
Gran Total			\$ 6,005,381.40

Dato de Referencia para comparar operación en Querétaro

Costo Flete Aduana - Almacen Queretaro			
Origen - Destino	Costo Flete	No. Eventos	Costo Total
Flete Veracruz - Queretaro	\$ 15,125.00	102	\$ 1,542,750.00
Flete Charlotte- Queretaro: \$3145 USD	\$ 40,885.00	114	\$ 4,660,890.00
Gran Total			\$ 6,203,640.00

Incremento en los fletes de Importación con destino a Querétaro **3.30%**

**RESUMEN DE COSTOS DE FLETES EN LAS DIFERENTES OPCIONES DE
ALMACENAJE Y DISTRIBUCIÓN**

Ubicación Almacén	Costo Fletes	Ahorro \$MXN	%Ahorro
Costo Flete Dedicado a Polímeros P y D	\$838,097.00	Referencia	Referencia
Costo Flete Operación Querétaro	\$817,031.00	\$21,066.00	3.43%
Operación Actual Consolidando Cargas en Vallejo	\$737,042.35	\$101,054.65	13.71%
Propuesta Almacenaje y Distribución Dinámica (Satélites)	\$632,233.00	\$205,864.00	30.52%
<i>*Información Enero-Marzo 2015</i>			

Sumatoria de Gastos

Flete Aduana	+	Flete Distribución Vallejo - Querétaro	=	Costo Total Fletes
---------------------	----------	---	----------	---------------------------

Ubicación Almacén						
Almacén Vallejo	\$ 6,005,381.40	+	\$ 838,097.00	=	\$ 6,843,478.40	Operación de Referencia
Almacén Querétaro	\$ 6,203,640.00	+	\$ 817,031.00	=	\$ 7,020,671.00	Operación NO Recomendable

Incremento	-\$177,192.60
-------------------	----------------------

Diferentes Almacenes	\$ 6,203,640.00	+	\$ 632,233.00	=	\$ 6,835,873.00	Operación Recomendable
-----------------------------	-----------------	---	---------------	---	-----------------	-------------------------------

Ahorro	\$ 7,605.40
---------------	--------------------

*Al final se tiene una reducción del:
0.11%

12.1 Costo total de almacenamiento y fletes (Querétaro)

Costo de Almacenaje	
Posición de exclusividad	2050 posiciones de estantería
Precio por posición	\$135.00 MXN
Tarima de entrada	\$85.00 MXN
Precio Mensual	\$356,395.00 MXN

Costo Fletes Querétaro Entregas Locales Cotización Material 2015			
Origen (Salida Material)	(máx. 3.5 Ton) Camioneta	(máx. 10 Ton) Torton	(máx. 22 Ton) Tráiler
Almacén Qro.	\$2,160.00 MXN	\$3,240.00 MXN	\$3,672.00 MXN

12.2 Análisis de la demanda 2014 y su distribución por estado

Tabla 8

Distribución de Productos		
Estado	Total Ton.	%
Querétaro	1054.4	80.60
Coahuila	94.4	7.20
Puebla	42.8	3.30
San Luis Potosí	22.4	1.70
Toluca	18.0	1.40
DF	15.4	1.20
Jalisco	14.6	1.10
Tlaxcala	13.4	1.00
Nuevo Leon	10.1	0.80
Guanajuato	9.3	0.70
Chihuahua	6.0	0.50
Sinaloa	2.5	0.20
(Otros)	2.3	0.20
Sonora	1.3	0.10
Morelos	1.0	0.10
Estado de México	0.8	0.10
Total	1308.7	100

13. MEDIDAS DE SEGURIDAD EN ALMACÉN

Los materiales se almacenan, ubican y estiban de acuerdo al código del material y al layout de nuestro almacén, tomando en cuenta las siguientes recomendaciones para evitar el daño o deterioro.

- En los racks no se debe de colocar un peso mayor a los 1000 kg por espacio.
- Usar tarimas en buen estado.
- En el caso de almacenamiento de materiales peligrosos en una misma área, éstos deberán estar separados unos de otros a una distancia de 1.2 m. Por ejemplo, los materiales corrosivos estarán a una distancia de 1.2 m de los materiales tóxicos y éstos a su vez a una distancia de 1.2 m de los materiales oxidantes y así sucesivamente, respetando la compatibilidad de los materiales (ver tabla 11, página 67), segregación para substancias, materiales y residuos peligrosos).

El supervisor de almacén se asegura de que los materiales estén siendo manejados y almacenados de acuerdo a lo especificado en la Hoja de Datos de Seguridad (HDS) de cada producto y cumpliendo con los requerimientos especificados en el proceso operativo correspondiente (Manejo de materiales) y sus instrucciones de trabajo derivadas.

El supervisor de Almacén verifica periódicamente las condiciones de los materiales y del almacén, independientemente de las verificaciones por conteos cíclicos, donde al menos se revisa lo siguiente:

- Altura de las estibas.
- Condiciones de humedad (que no se presenten goteras, derrames, etc.).
- Compatibilidad de materiales (que los oxidantes estén estibados en un lugar exclusivo, alejados de materiales orgánicos)
- Condiciones del almacén.
- Condiciones del empaque y etiquetado.

Las clases de riesgo de los productos de Polímeros LXS pueden ser las siguientes:

- Tóxicos
- Corrosivos
- Inflamables
- Varios (sustancias peligrosas para el medio ambiente)
- Sin riesgo

Es preferible que los materiales peligrosos de un mismo tipo sean segregados en un solo lugar, pero de no ser posible, deberán guardar la distancia recomendada, así como las condiciones de compatibilidad. (ver las siguientes tablas):

**Letras de identificación del equipo de protección personal,
de acuerdo a la NOM-018-STPS-2000**

Tabla 9

Letra de identificación	Equipo
A	Anteojos de seguridad
B	Anteojos de seguridad y guantes
C	Anteojos de seguridad, guantes y mandil
D	Caretas, guantes y mandil
E	Anteojos de seguridad, guantes y respirador para polvos
F	Anteojos de seguridad, guantes, mandil y respirador para polvos
G	Anteojos de seguridad, guantes y respirador para vapores
H	Goggles para salpicaduras, guantes, mandil y respirador para vapores
I	Anteojos de seguridad, guantes y respirador para polvos y vapores
J	Goggles para salpicaduras, guantes, mandil y respirador para polvos y vapores
K	Capucha con línea de aire o equipo SCBA, guantes, traje completo de protección y botas
X	Consulte con el supervisor las indicaciones especiales para el manejo de estas sustancias










13.1 Tabla de compatibilidad y segregación para sustancias, materiales y residuos peligrosos en el transporte

Tabla 10

			
 ETER METILICO (2.1)	SI		
 NITRATO DE PLATA (5.1)	SI	SI	
 CLOROFORMO (6.1)	SI, a menos que: respeten espacios	NO	SI

¿ Puedo Cargarlos, Transportarlos o Almacenarlos JUNTOS ?

La letra "O"	NO DEBEN CARGARSE, A MENOS QUE se encuentren separados a una distancia de 1.2 metros (4 pies), en todas sus direcciones, y con un mínimo de 10 cm de altura sobre el piso del vehículo o unidad de transporte.
La letra "X"	NO DEBEN CARGARSE, transportarse o almacenarse juntos , en la <u>misma</u> unidad o vehículo de transporte, así como en cualquier instalación de almacenamiento.

Clase o división de riesgo	Notas	1.1 1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	2.3 Zona A	2.3 Zona B	4.2	4.3	5.1	5.2	6.1 GEE I Zona A	7	8 Líquidos
Gases inflamables		X	X	O	X	X		X	O	X	O	X			O		
Oxidantes		A	X	X	X	X	X	X	O	X	O	X			X		O
Líquidos tóxicos agudos GEE I Zona A		X	X	O	X	O	O	X	X	X	X	X	X	X			X

13.2 Tabla de segregación para sustancias, materiales y residuos peligrosos en el almacén

Tabla 11

Riesgo	Área de Almacenamiento	Condiciones de Almacenamiento
Tóxicos	Segregada	<ul style="list-style-type: none"> • Separación de 1.2 m de otro material peligroso. • No debe estar en contacto con oxidantes. • Estiba máxima de 3 tarimas a nivel piso.
Corrosivos	General	<ul style="list-style-type: none"> • Separación de 1.2 m de otro material peligroso. • No debe de estar en contacto con oxidantes. • Estiba máxima de 3 tarimas a nivel piso.
Inflamables	Segregada	<ul style="list-style-type: none"> • Separación de 1.2 m de otro material peligroso. • No debe de estar en contacto con oxidantes. • Estiba máxima de 3 tarimas a nivel piso.
Varios	General	<ul style="list-style-type: none"> • Separación de 1.2 m
Sin Riesgo	General	<ul style="list-style-type: none"> • Sin restricción de almacenamiento.

*En el almacén, no se cuenta con una fosa de contención como tal, pero existen canaletas o rejillas que contienen algunos derrames menores que se puedan presentar.

14. ADMINISTRACIÓN DEL INVENTARIO

14.1 Planeación de Materiales (MRP)

El ingreso de la demanda está conformada por el plan de ventas, órdenes en firme, inventario de seguridad y proyectos que se tengan contemplados por unidad de negocio.

Demand Management, en coordinación con el personal de ventas, desarrollará los pronósticos de ventas por cliente-producto o si se desea por producto solamente. Una vez definido Demand Management será el responsable de ingresarlo en sistema, así como de su actualización de manera oportuna.

La frecuencia de corrida del MRP será aquella que satisfaga las necesidades de cada unidad de negocio conociendo la demanda de sus productos. Esto lo evalúa y determina el Demand Management junto con el gerente de la unidad de negocios.

Demand Management será quien realice la corrida en el módulo del MRP y analiza en primera instancia el reporte; con base a su análisis y experiencia hace tantas corridas como sean necesarias hasta obtener el plan que cubra los requerimientos de la unidad.

El análisis final y la aprobación de la corrida de MRP lo realizará tanto Demand Management como el gerente de ventas. Si el plan sugerido por Demand Management es aprobado, se procede a confirmar las órdenes acordadas. De lo contrario, Demand Management realiza los cambios discutidos y presenta una nueva propuesta. Este proceso puede darse hasta llegar a la aprobación final.

Se podrán crear tres tipos de reportes:

1. Perfil del Requerimiento: Es el reporte más completo donde se muestra el inventario por producto, las órdenes de compra, órdenes de venta y las órdenes sugeridas por el sistema, así como los mensajes de acción a seguir.

2. Acciones: Mediante este reporte se puede obtener una lista de las órdenes de compra ya colocadas y las órdenes sugeridas por producto que contienen mensajes de acción.

3. Futuros: Este reporte genera una lista de todos aquellos materiales que se encuentran atrasados, es decir que no se confirmó ninguna orden sugerida por el sistema.

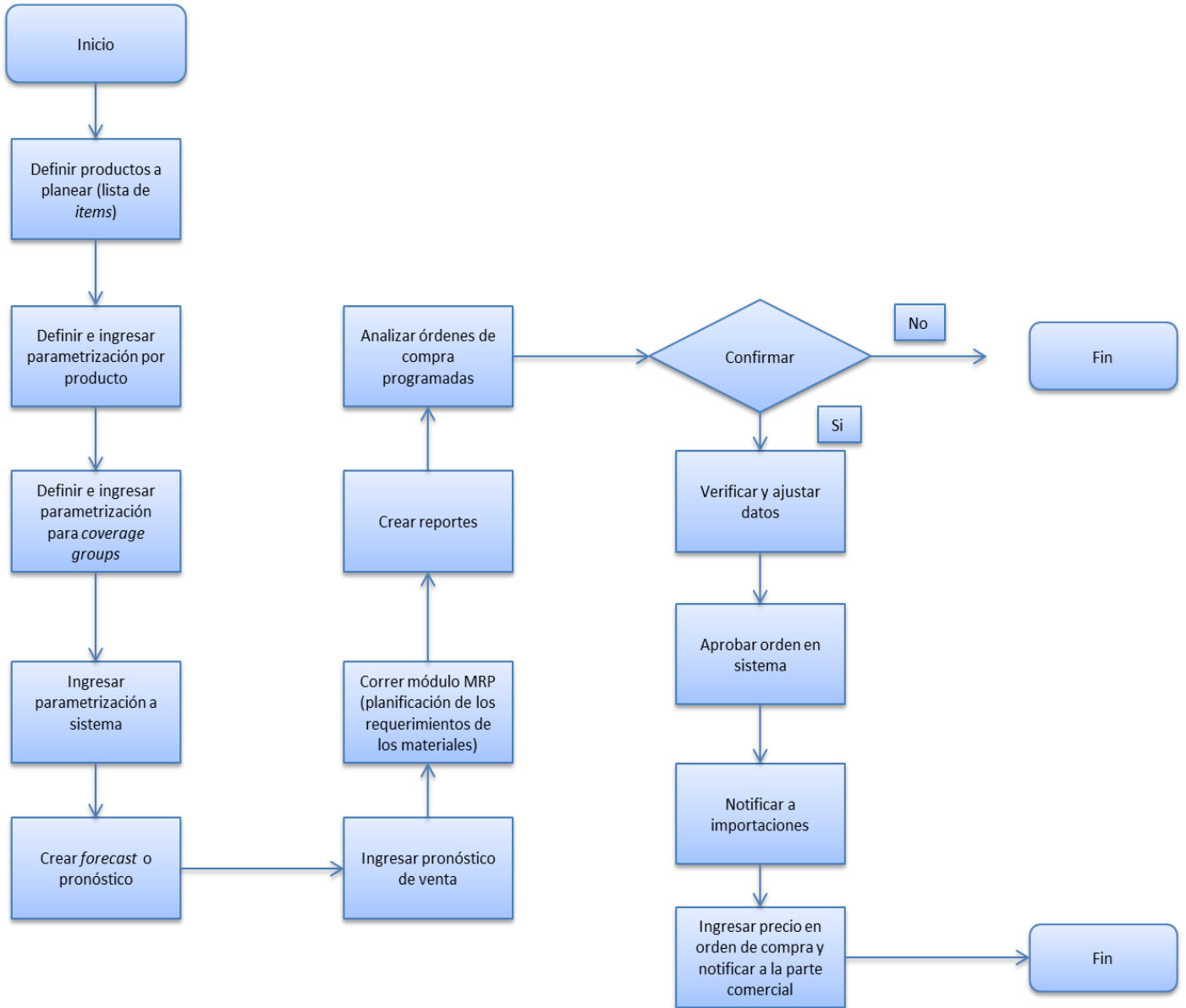
Una vez generada la información y verificada, Demand Manager aprobará las órdenes planeadas y dará aviso a Importaciones.

Importaciones será el responsable de migrar al módulo de Cuentas Por Pagar todas aquellas órdenes planeadas que fueron aprobadas en el módulo de Master Planning por el personal de Demand Management.

Demand Management recibirá aviso por parte de Importaciones y colocará el precio en la orden de compra.

Diagrama de proceso para planeación de materiales

Diagrama 7



15. INVENTARIOS

De acuerdo al autor Ronald H. Ballou (2004), los inventarios son acumulaciones de materias primas, provisiones, componentes, trabajo en proceso y productos terminados que aparecen en numerosos puntos a lo largo del canal de producción y de logística de una empresa. Estos se encuentran generalmente en lugares como almacenes, patios, pisos de las tiendas, equipo de transporte y en los estantes de las tiendas de menudeo.

Hoy en día en las empresas, se ha buscado reducir los inventarios mediante muchos sistemas, como *just in time* (JIT, justo a tiempo), el cual es ideal por la rápida respuesta al cliente y el ahorro sustancial por la falta o casi nulidad de inventario.

15.1 Tipos de inventario

Estos se pueden clasificar de cinco maneras diferentes.

- Los inventarios pueden estar en tránsito entre los niveles del canal de suministro.
- Se pueden tener existencias para especulación, es decir, que aún son parte del total del inventario que se debe manejar. Materias primas como el cobre, oro y plata se compran tanto para especular con el precio como para satisfacer requerimientos.
- Pueden ser de naturaleza regular o cíclica. Estos son necesarios para satisfacer la demanda promedio durante el tiempo entre el reabastecimiento.

El inventario (*stock* en inglés) de materiales depende en gran medida del volumen de la producción, cantidad a enviar, las limitaciones en el espacio de almacenaje y de los costos de manejo.

- Se puede tener un inventario de seguridad contra la variabilidad en la demanda de existencias y el tiempo de reabastecimiento.
- Por último, cuando el material en inventario, si es el caso, llega a caducar, se extravía o se daña, dicho inventario es llamado obsoleto o stock muerto.

15.2 Inventario por demanda (*PULL*)

Este tipo de control de inventario es el ocupado en la empresa Polímeros LXS y depende totalmente de la demanda que se tenga de cada uno de los materiales, lo que significa que la demanda y tiempo de entrega no se pueden conocer con 100% de exactitud en la mayoría de los casos. Por lo tanto se debe de planear para situaciones en las que debemos contar con material para cubrir necesidades no contempladas por las empresas automotrices o por los fabricantes de autopartes.

Se debe fijar una cantidad de existencia de seguridad o también llamada amortiguadora para controlar la probabilidad de falta de existencias.

Existen dos métodos de control de inventarios que forman la mayor parte de esta filosofía con patrones de demanda perpetua:

- a) El método del punto de reorden
- b) El método de revisión periódica

15.2.1 El método del punto de reorden

Este método es muy simple. Se fija un nivel de inventario considerando el stock de seguridad que se quiera tener. Cuando el inventario se reduce hasta el punto en el que su nivel es igual o menor que una cantidad específica llamada punto de reorden, se coloca una orden que cubra los niveles deseados de material, siempre considerando ese stock de seguridad, como si no estuviera en nuestro inventario.

15.2.2 Método de revisión periódica

Aunque el método del punto de reorden ofrece un control preciso del inventario, tiene algunas desventajas económicas, además de que este requiere un monitoreo constante de los niveles de los inventarios.

En el método de revisión periódica se pueden revisar al mismo tiempo los niveles de inventario para múltiples artículos, por lo que se puede solicitar 2 o más materiales en el mismo embarque, lo que da como resultado menores costos de transportación y de compras.

15.3 Equipo de estantería

Tabla 12

Equipo de Estantería y su distribución en almacén				
Número de equipo	Ubicación en almacén	Descripción de ubicaciones	Tipo de montacargas a usar	Nivel del Material
A	01-01A-22A-38 A	Área de Baterías (Racks)	Traspaleta en piso	Nivel piso
A	08-01A-08-16 A	Área de Baterías (Racks)	Traspaleta en piso	Nivel Piso
B	08-01B-08-16 D	Área de Baterías (Racks)	Tipo Contrabalanceado	Altura Media
B	01-01B-22D-46 D	Área de Baterías (Racks)	Tipo Contrabalanceado	Altura Media
C	02-01A-22A-44 A	Área de Baterías (Racks)	Traspaleta en piso	Nivel Piso
C	03-01A-22A-46 A	Área de Baterías (Racks)	Traspaleta en piso	Nivel Piso
D	03-01B-22F-46 F	Área de Baterías (Racks)	Tipo Reach	Altura Grande
D	02-01B-22E-46 F	Área de Baterías (Racks)	Tipo Reach	Altura Grande
E	04-01A-22A-46 A	Área de Baterías (Racks)	Traspaleta en piso	Nivel Piso
E	05-01A-22A-46 A	Área de Baterías (Racks)	Traspaleta en piso	Nivel Piso
F	05-01B-22F-46 F	Área de Baterías (Racks)	Tipo Reach	Altura Grande
F	04-01B-22F-46 F	Área de Baterías (Racks)	Tipo Reach	Altura Grande
G	06-01B-22F	Área de Embarques	Tipo Contrabalanceado	Altura Media
G	07-01B-22D-46 E	Área de Embarques	Tipo Contrabalanceado	Altura Media
Especial 1	Muestras Anaquel	06-01A-22 A	Traspaleta en piso	Nivel Piso
Especial 2	01-39A-46 A	02-44A-46 A	Traspaleta en piso	Nivel Piso
Especial 3	Área de Baterías (Racks)	Área de Baterías (Racks)	Traspaleta en piso	Nivel Piso

En la Foto 1 podemos apreciar los diferentes niveles que existen en los *racks* o anaqueles. En este caso hay 6 niveles contando el nivel de piso.

Foto 1



Cada nivel cuenta con un segundo plano de profundidad, que tiene que tomarse en cuenta, así como en varios casos en los que se deben estibar las cajas. La estibación de materiales, debe de estar dentro de las normas correspondientes, dependiendo del material, la forma del empaque entre otros factores.

En la parte inferior, de lo que sería el piso del segundo nivel, se deben colocar códigos de barras (Fotos 2 y 3 páginas 76 y 77) debidamente etiquetados en donde se muestre por medio de un código, el número de almacén, pasillo, ubicación y altura de los diferentes materiales que se encuentren en ese rack en particular.

Esta matrícula se debe colocar a nivel de vista para que los operarios pueden escanear el código, y sepan qué materiales se encuentran en ese y todos los niveles del rack.

Cabe destacar que estos códigos, además de ser útiles para los operadores del almacén, también ayudan al conteo de inventario físico que realiza el personal de contabilidad una o dos veces al año.

Foto 2



El material, ya sea que esté en cajas, octavines, sacos o tambores, deberá encontrarse, sin excepción, encima de una tarima de madera (Foto 3), la cual cuenta con varios orificios en donde los montacargas pueden apoyar los soportes del equipo para sacar con rapidez cualquier tarima que se desee.

Foto 3



15.4 Manejo de materiales

El manejo de materiales se lleva a cabo durante las siguientes etapas:

- Recepción de materiales y/o productos.
- Almacenamiento.
- Surtido de materiales.
- Salida de producto.
- Muestreo e inspección.

La transportación de los materiales dentro de las instalaciones de Polímeros LXS se lleva a cabo con uña hidráulica o montacargas.

Antes de manejar cualquier material, el personal conoce y entiende los siguientes lineamientos:

- Para manejar cualquier material, verifique los datos de riesgo y el equipo de protección personal con los cuales está identificado, de acuerdo a la instrucción “Identificación de materiales”
- Consulte la tabla de equipo de protección personal para determinar qué equipo debe usar.
- Si no tiene ninguna duda, utilice el equipo indicado durante el manejo del material, para evitar el daño personal y del producto
- Si tiene alguna duda consulte al supervisor del área antes de proceder al manejo del material

15.4.1 Surtido de materiales o productos

Para surtir los materiales solicitados en la lista de embarque, el Personal del Almacén realiza las siguientes actividades:

- Ubica los materiales o productos usando la copia de la lista de embarque.
- Traslada los materiales o productos de las ubicaciones al área de carga y descarga establecida para la recepción, para ser enviado al cliente “Salida de producto terminado”

15.5 Equipamiento de almacén

El almacenamiento y el manejo del material tienen que ir de la mano. El primero es simplemente una parada temporal de los materiales que se encuentran en el almacén y ayuda a promover la total utilización del espacio y a mejorar la eficiencia en el manejo de los materiales.

Tal vez el auxiliar más importante del almacenamiento sea la estantería los cuales son simples anaqueles que generalmente son de metal o madera, y es ahí donde se colocan los materiales. Estos tienen que estar debidamente etiquetados para la fácil localización de los materiales.

Las estanterías también ayudan a rotar el stock como control de inventario del primero que entre es el primero que sale (FIFO por sus siglas en inglés o PEPS).

Otro auxiliar disponible de almacenamiento incluye cajas para anaquel, materiales utilizados para sujetar la carga ya sea horizontales o verticales, recipientes y bastidores o paneles en forma de "U". Todos estos en conjunto ayudan al almacenamiento y manejo de los productos ordenadamente.

15.5.1 Equipos con capacidad de traslado

Son equipos que podemos trasladar a diferentes sitios del almacén y tienen la capacidad de transportar la mercancía con facilidad.

Cabe destacar que el almacén debe cumplir con normas estrictas en cuanto a las condiciones de suelo, señalamientos de precaución y medidas de pasillos correspondientes.

Las transpaletas

Son medios mecánicos capaces de transportar y elevar una paleta. Para que sean eficaces, las distancias a recorrer no deben ser superiores a 40 metros.

Se encuentran generalmente en los muelles de carga y descarga. Entre los distintos modelos podemos distinguir:

- **Transpaleta manual:** Es un medio que para su movimiento y elevación requiere de la fuerza de una persona. Se caracteriza por su facilidad de manejo y mantenimiento mínimo. El almacén debe disponer de suelos lisos.
- **Transpaleta motorizada:** Son las que generalmente precisan de un sistema eléctrico para poder moverse y elevar la mercancía. Realizan recorridos algo más largos, aunque no es recomendable superar los 50 m.

Los apiladores

Estos elementos de transporte son muy parecidos a la transpaleta , pero llevan incorporado un mástil por donde discurren las horquillas que sujetan las paletas y permite elevarlas hasta cierta altura. Entre ellos podemos distinguir:

- **Apilador de tracción y elevación manual.** Su uso más frecuente es elevar cargas en el interior del almacén. La elevación es limitada y lenta. Las cargas que podemos manejar con este apilador pueden oscilar entre 200 y 760 Kg de peso y sus medidas pueden llegar hasta 1.80 m de altura por 0.76 m de ancho.
- **Apilador autopropulsado.** Realiza la elevación de la carga y su traslado por el almacén de forma motorizada, pero necesita de un conductor a pie para su manejo. Tiene una capacidad de carga hasta de 1500 Kg, y puede trasladarla a una velocidad de 4.8 Km/h.

- Apilador mixto. Este tipo de apilador tiene tracción manual y elevación eléctrica, por lo que puede realizar las funciones de los 2 y suplir las desventajas del apilador manual.

Los transelevadores.

Son equipos de almacenamiento mecánicos, que pueden transportar y elevar cargas por pasillos estrechos a gran velocidad. Éstos se emplean para extraer y colocar paletas completas de forma automatizada.

- Equipos guiados por identificación de posición. Identifican la posición y el recorrido que deben realizar mediante la comparación de un esquema de posiciones memorizado y la lectura de la distancia a través de un detector.
- Equipos guiados por lectores ópticos, químicos o magnéticos. Siguen una trayectoria establecida a través de líneas marcadas en el suelo, seguida por sensores de aproximación. Los que siguen caminos químicos se accionan a través de rayos ultravioleta.

15.6 Transportes

Es facultad del área de Logística y cadena de suministro el autorizar la selección de transportistas para el manejo de materiales.

El área de Logística y cadena de suministro y los terceros contratados por ella son responsables de la coordinación y asignación del transporte que se encargará del movimiento de los materiales para Polímeros LXS.

Selección de Tipo de Transporte

La selección del transporte se realiza de acuerdo a las características del producto, como son:

- Volumen / Cantidad
- Tipo de Producto a retirar
- Riesgo del Material
- Distancia de entrega.
- Requerimientos del cliente

Se debe determinar la ruta de transporte que presente mejores condiciones de seguridad. Para ello, los siguientes puntos son obligatorios para establecer e identificar como rutas seguras para el transporte de materiales:

- Cuenten con servicio de Apoyo de Vigilancia
- Cuenten con comunicación satelital
- Cuenten con rampas de emergencia
- Cuenten con descansos seguros.
- Cuenten con teléfonos de emergencia
- Vías con baja incidencia de robos
- Uso obligatorio de autopistas tipo ET, y A.

*Las carreteras tipo **ET** son los ejes de transporte y los de mayores especificaciones; las carreteras tipo **A** también son de altas especificaciones; las tipo **B** corresponden a la red primaria, las tipo **C** corresponden a la red secundaria; y la tipo **D** corresponden a la red alimentadora.

Tabla 13

Disposiciones de Seguridad

La autorización de una tonelada por eje (1.5 para motriz), sólo es para caminos “ET” y “A” (antes en todos) sujeta a que los vehículos, además de contar con suspensión neumática, cumplan con mayores especificaciones de seguridad.

Principales especificaciones que deben cumplir los vehículos.	Ventajas
■Certificados de condiciones físico mecánicas y de baja emisión de contaminantes.	Autorizar vehículos en buen estado.
■Motor electrónico*, con potencia y torque adecuado al PBV que se autoriza.	Asegurar un mejor comportamiento de los vehículos en carretera.
■Ejes con capacidad mínima.	Vehículos adecuados para el PBV autorizado.
■Sistema antibloqueo* y freno auxiliar	Mejor capacidad de frenado y control de los vehículos en casos de emergencia.
■Convertidor con doble cadena de seguridad.	Disminuye el riesgo de desprendimiento del 2º semirremolque.
■Conductores con licencia específica	Conductores mejor capacitados para el manejo de vehículos más pesados.

Las unidades cargadas con materiales químicos de diversas clases, deberán llevar la información de emergencia en transportación de cada uno de los materiales, los

que deberán indicar las acciones a seguir para cada uno de ellos, así como el registro de su ubicación dentro de la unidad, el cual deberá ser señalado en la propia hoja de embarque.

En el traslado de materiales de Polímeros LXS será obligatorio que en la unidad de transporte se cuente con los siguientes documentos:

- Documentos de embarque del material
- Información de emergencia en transportación
- Documento que avale la inspección técnica de la unidad
- Manifiesto de entrega, transporte y recepción
- Autorización respectiva para el caso de importación y exportación de materiales.

Cuando en cualquier evento se produzca derrames, infiltraciones, descargas; se deberá dar aviso de inmediato de los hechos a la empresa.

La línea de transporte deberá contar con un seguro que ampare los daños que pueda ocasionar a terceros en sus bienes, personas, medio ambiente, vías generales de comunicación y cualquier otro daño que pudiera generarse en trayecto con la carga en caso de accidente y de conformidad con la normatividad respectiva.

16. CONCLUSIONES

A partir de los apartados anteriormente descritos podemos concluir que el mercado automotriz en México está creciendo a un ritmo acelerado. Para nosotros como ingenieros existen muchas oportunidades en la diferentes áreas que componen la gran industria de los automóviles y las autopartes.

La empresa de químicos especializados a la que hice referencia en este trabajo y sus procesos y aplicaciones, así como el estudio de mercado planteado hace viable la propuesta de apertura de un nuevo almacén en el estado de Querétaro que brindará beneficios y las siguientes ventajas:

- Mayor velocidad de respuesta,
- Servicio exclusivo para la unidad de negocio
- Tiempo de entrega menor (2 hrs.)
- Disminución de costos en operación
- Disminución de costos en Transporte de entregas locales
- Disminución de costos en traslado de aduana a almacén (sólo entrega Charlotte - Querétaro)
- Colocar los materiales de forma estratégica en almacén de Vallejo - Querétaro - Monterrey
- No afectar las entregas locales en la ciudad de México, dejando el material que se requiere para ello.

Cabe señalar, que de los tres escenarios a los que hice alusión previamente, el que trae consigo mejores oportunidades para llevar a cabo este proyecto es el de contar con tres almacenes que funcionarán como satélites para la empresa Polímeros LXS en Querétaro, la ciudad de México y Monterrey cubriendo así la demanda de los clientes de manera más ágil y efectiva.

Espero que esta propuesta ayude a optimizar los costos en lo que se refiere a la logística así como los aspectos abordados en este trabajo como la creación de un almacén, la organización del inventario, el tipo de equipo de seguridad y almacenaje con el que debe contar el personal, entre otros.

BIBLIOGRAFÍA

- Mexico Automotive Review 2014, New Energy Connections LLC, 2014.
- Ing. Abin Óscar, Presentación: Evolución y Perspectivas del Sector Automotriz 2013, Industria Nacional de Autopartes, A.C.
- Conde Ortiz Mónica, et.al. La Era del Plástico. Ed. Centro Empresarial del Plástico, Primera Edición, México, 1998.
- I.B. Page, Polyamides as Engineering Thermoplastic Materials, Rapra Review Report LTD., Vol. 11
- Ballou Ronald H., Logística. Administración de la Cadena de Suministro. Quinta Edición. Ed. Pearson Educación, México, 2004
- Cinta Vincent Vela María, Álvarez Blanco Silvia, Zaragoza Carbonell José Luis, Ciencia y Tecnología de Polímeros, Editorial UPV 2006.
- Ramos de Valle Francisco L., Extrusión de Plásticos: Principios Básicos, Editorial LIMUSA 2012, México D.F.
- Zambrana Ramírez Colman, Administración del Comercio Internacional, ed. San José, Costa Rica 1995.
- Lee J. Krajewski, Administración de Operaciones: Procesos y cadena de valor, 8ª Edición, Pearson Educación, México, 2008
- Grönroos C. (1994). Marketing y gestión de servicios. Ediciones Díaz de Santos
- Ramírez Padilla N. David, Contabilidad Administrativa, Ed. Mc Graw Hill, 6ª Edición.

- Introducción al Control de Calidad, Kaoru Ishikawa
Ed. Díaz de Santos S.A. Madrid, 1994
- Calidad, Productividad y Competitividad, La salida de la crisis, W. Edwards Deming Ed. Díaz de Santos S.A. Madrid, 1989
- López-Serrano R. Francisco y Mendizábal Mijares Eduardo, Notas para los cursos de licenciatura en: Departamentos de Química e Ingeniería Química en la Universidad de Guadalajara.
- Ing. Szeteiová Katarína, Automotive Materials Plastics In Automotive Markets Today, Institute of Production Technologies, Machine Technologies and Materials, Faculty of Material Science and Technology in Trnava, Slovak University of Technology Bratislava. 2006.

REFERENCIAS

<http://www.iccspain.org/>

<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.ca/2011/12/pbt.html>

<http://www.piq.com.mx/>

<http://bama.ua.edu/~cbrazel/PageF3C-512%20Resources.htm>

Norma - ISO 9001-2008

Norma de Peso y Dimensiones de los Vehículos del Autotransporte, 2013
Secretaría de Comunicaciones y Transportes.