



Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ingeniería

“Propuesta de Fase 1 de un programa de  
Responsabilidad Extendida del Productor para la  
Industria Automotriz en México”

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERA INDUSTRIAL**

PRESENTA  
**CAROLINA TREJO ARÉYZAGA**

ASESORA  
**M.I. SILVINA HERNÁNDEZ GARCÍA**

MÉXICO, D.F.

AGOSTO 2009



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.



## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO	3
ALCANCE	3
CAPÍTULO 1. Marco Teórico	5
1.1. Responsabilidad Extendida del Productor. REP	5
1.1.1. Importancia de los programas REP	12
1.2. Industria Automotriz	17
1.2.1. Cadena de suministro	25
1.3. Logística Inversa	29
1.4. Plásticos en la industria	38
CAPÍTULO 2. Ámbito Internacional	44
2.1. España. Asociación Española para el Tratamiento Medioambiental de los Vehículos Fuera de Uso	44
2.1.1. Objetivo	45
2.1.2. Proceso	46
2.1.3. Resultados	49
2.2. Estados Unidos y Canadá. 1877 End of Life Vehicles	52
2.2.1. Objetivo	53



2.2.2. Proceso	54
2.3. Holanda. Auto Recycling Nederland	56
2.3.1. Objetivo	58
2.3.2. Procesos	59
2.3.3. Resultados	62
2.4. Italia. Associazione Industriale Riciclatori Auto	64
2.4.1. Objetivos	65
2.4.2. Proceso	65
2.5. Japón. Japan Automobile Recycling Promotion Center	67
2.5.1. Objetivos	68
2.5.2. Proceso	69
CAPÍTULO 3. Propuesta de Fase 1	72
3.1. Consideración de un programa REP	73
3.1.1. Desarrollo sustentable	73
3.1.2. Política de producto	74
3.1.3. Gestión de residuos	75
3.2. Situación nacional	76
3.3. Situación nacional vs situación internacional	80
3.4. Responsabilidad	81
3.5. Medidas alternativas	83
3.6. Competencia	84





CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



3.7. Medidas del éxito	86
CONCLUSIONES	89
MESOGRAFÍA	92
ANEXOS	97



## INTRODUCCIÓN

La industria automotriz tiene un amplio impacto a nivel global. Esto es debido, a la cantidad tan extensa de industrias proveedoras que integra, las armadoras, los centros de distribución y las agencias de servicios; generando flujos mundiales de capital, recursos materiales y humanos. Pero también tiene un impacto ambiental de una magnitud sin par.

Durante su vida útil un vehículo genera varios desechos; gases producto de la combustión, diversos líquidos como aceites sucios o quemados, partes de recambio, etc. Sin embargo, cuando ha llegado al final de su vida útil, el vehículo en sí mismo es un desecho.

Todos los materiales de los que está compuesto el vehículo son residuos que deberían tener una disposición final o proceso de reciclaje adecuado para cada uno de ellos.

Sin embargo, en México los intentos por crear industrias de reciclaje de vehículos han tenido como resultado grandes fracasos. Esto se debe a varios factores, la falta de cultura del



reciclaje, la falta de cooperación de los integrantes de la industria y las grandes lagunas legislativas.

Este trabajo se divide en tres capítulos. El primero da las bases teóricas del concepto de responsabilidad extendida del productor, la industria automotriz y algunos conceptos complementarios.

En el segundo se analiza el ámbito internacional a través de algunos ejemplos de programas en varios países.

Finalmente el último capítulo desarrolla los puntos que constituyen la fase 1 del programa de responsabilidad extendida del productor.

En las conclusiones se incluyen recomendaciones sobre algunos temas que podrían ser desarrollados como extensión del presente trabajo.



## OBJETIVO

Elaborar una propuesta de la fase 1 de un Programa de Responsabilidad Extendida del Productor aplicado a la industria automotriz en México.

## ALCANCE

El desarrollo de un Programa de Responsabilidad Extendida del Productor es un proceso largo y que involucra a muchos actores tanto de la cadena productiva, como gubernamentales y del mercado.

Desde la definición del concepto se han empezado a desarrollar programas especializados para varios productos. Cabe destacar lo que se ha hecho en varios países en el campo de los empaques y embalajes.

Los programas han ido evolucionando, la mayoría con buenos resultados financieros y medioambientales. Y en su avance han creado metodologías para el desarrollo de nuevo programas. El proceso consiste de tres fases bien



establecidas, que llevan el proceso de la mano hasta su implementación práctica.

Esto ha facilitado el desarrollo y aplicación de nuevos programas. Sin embargo, dada la extensión, compromiso y sobre todo la necesidad de acceso directo con los diversos actores, se hace necesario limitar el presente trabajo.

De inicio se hace la acotación básica del enfoque en la industria automotriz en México. Resalta que esta industria tiene un gran peso en diversos aspectos como el económico, social y medioambiental a nivel global.

Por último dada la extensión y alcance total de un programa de responsabilidad extendida del productor, este trabajo desarrolla una propuesta teórica y documental de la fase 1.



## Capítulo 1. Marco Teórico

### 1.1. Responsabilidad Extendida del Productor. REP

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) define la Responsabilidad Extendida del Productor (REP o ERP por sus siglas en inglés) como una política medioambiental, en la cual, la responsabilidad física y financiera del productor, es extendida a la etapa posterior al final de la vida útil del producto<sup>1</sup>.

Es decir, se trata de una estrategia usada para promover la integración de los costos medioambientales asociados con los productos a través de su vida útil. Estos programas cambian el balance tradicional de responsabilidades entre productores, distribuidores, usuarios y gobiernos.

La responsabilidad física implica el involucramiento directo del productor en el programa REP. Mientras que la responsabilidad financiera, significa que el productor

---

<sup>1</sup> OCDE.



contratará a un tercero que se encargue de manejar el programa.

Un programa REP permite al productor contribuir a una sociedad más ecológicamente sustentable, generando productos con la mayor funcionalidad y la vida útil más larga, utilizando los materiales más seguros y minimizando el uso de los recursos. Reduce gastos públicos al trasladar el costo del manejo de los residuos al productor. Y previene la disposición de los residuos en tiraderos, o su disposición final inadecuada.

Una de las razones para trasladar la responsabilidad al productor, es su capacidad de realizar cambios a los productos desde su origen, para minimizar el impacto ambiental que generan a lo largo de su ciclo de vida. Son los productores quienes definen desde el diseño, las características que tendrá el producto; materiales, manufactura, ensamble, etc.

Los elementos esenciales para que un programa REP sea efectivo son:



- Enfoque: preferiblemente deberían ser regulatorios, es decir, incluirse en las reglamentaciones sobre gestión de residuos. Pero también pueden ser negociados o voluntarios.
- Enfoque en productos: cada programa debe estar enfocado a un tipo de productos o a un tipo de residuos para promover la competencia o colaboración dentro de un sector industrial para mejorar el diseño de productos sustentables.
- Asignación de responsabilidad: cada marca productora es responsable por los productos que genera, sin embargo, debe existir la colaboración de todo el sector para adquirir la responsabilidad sobre los productos huérfanos. Es decir, los productos cuyo productor ya no se encuentra en el mercado.
- Estándares de desempeño y tiempos límite: se deben desarrollar estándares para medir el desempeño de las actividades y definir tiempos límite para alcanzar los objetivos.
- Prohibir la disposición de los residuos o su exportación: no deben llegar a un tiradero, relleno sanitario o ser





trasladados para disposición ni reciclaje a un lugar con menos posibilidades para su gestión.

- Desperdicios históricos: establecer responsabilidad por productos vendidos antes de la implantación del programa y por productos huérfanos.
- Medidas complementarias: como la reglamentación sobre incorporación de cantidades mínimas de materiales reciclados.
- Justicia social: los programas REP procuran que la gente no sea expuesta a materiales tóxicos en sus trabajos y comunidades.

La OCDE realizó una evaluación sobre el avance de los programas REP que empezaron a desarrollarse en el año de 1996 y que fueron monitoreados hasta el 2006.

En el apartado correspondiente a vehículos al final de su vida útil (VFVU's) el reporte afirma que, aunque los vehículos generan la mayor parte de contaminantes durante su vida útil, también generan residuos, algunos incluso peligrosos, una vez que la han concluido.



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



En distintos momentos se fueron creando regulaciones y organizaciones con el fin de reducir el impacto ambiental de los vehículos al final de su vida útil. Así, en septiembre del 2000 la Unión Europea adoptó la Directiva sobre Vehículos al Final de su Vida Útil<sup>2</sup>; en Alemania y Holanda se crearon sistemas voluntarios; en Italia fue Fiat quien empezó a desarrollar el programa; en Estados Unidos se creó la Sociedad para el Reciclaje de Vehículos, aunque basado en los movimientos de las fuerzas del mercado y en Japón se creó la Japan Automobile Recycling Promotion Center, para conducir las actividades de reciclaje y disposición adecuada de los vehículos al final de su vida útil, con lo cual, es actualmente el país más avanzado en la gestión de vehículos.

Los métodos más utilizados para gestionar los VFVU's ha sido el desmantelamiento, compactación y reciclaje de acero y aluminio.

La Directiva 53 de la Unión Europea determinó que para el 2006 se debería alcanzar la meta de reciclar el 86% en peso

---

<sup>2</sup> Directiva 2000/53/CE



de todo vehículo. Esta meta fue superada y ahora se intenta llegar al 95% antes del 2015.

Debido a que el porcentaje de reciclaje actual de los autos está básicamente constituido por aceros y aluminios, el reto para completar el porcentaje faltante, es introducir en los diseños automotrices nuevos materiales menos compuestos y fáciles de reciclar, así como incluir en el reciclaje los vidrios y plásticos que ya existen en los autos.

Para lograr el 85% de reciclaje se calcula que tuvo un costo de entre 100 y 121 dólares por vehículo. Es decir, se ha dividido el costo de la creación y mantenimiento de la infraestructura para el reciclaje, entre la cantidad de vehículos que se han reciclado en esas instalaciones. Sin embargo, es difícil extrapolar cuál será el costo para lograr el 95%, debido a la gran cantidad de cambios estructurales, de materiales, logísticos, de diseño, etc., que serán requeridos.

Las principales fases del proyecto de desarrollo de un programa REP son:



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



Fase 1. Análisis inicial del proyecto, identificación de responsables y primeras propuestas de políticas.

Fase 2. Análisis de eficiencia económica y efectividad medioambiental de varias propuestas.

La fase 2 consiste de cuatro grandes áreas. a) Estudio a profundidad de casos existentes de programas REP; b) posibles implicaciones en el comercio; c) análisis económico de opciones; y d) desarrollo del reporte de fase 2 con enfoque particularmente en las consideraciones políticas y legales del programa.

Fase 3. Evaluación de las propuestas y asuntos a través de una serie de talleres con los principales actores del proyecto. Se espera que surjan sinergias de estos talleres. Y los resultados deben servir como base para la creación de un manual guía para los gobiernos.

Esta última fase debe analizar ampliamente los factores que pueden afectar los resultados del programa. Los factores principales a analizar deben ser: características del producto,



la voluntariedad u obligatoriedad del programa, el deslinde de responsabilidades, los mecanismos financieros, los requisitos establecidos, los sistemas ligados al producto y la conciencia y percepción de la sociedad.

Las características comunes entre las propuestas de programas REP incluyen: objetivos de reducción y reciclaje impuestos por el gobierno; condiciones bajo las cuales los productores pueden transferir sus responsabilidades individuales a una industria colectiva formada con ese propósito; y otros requerimientos específicos relativos a objetivos establecidos por el gobierno.

### 1.1.1. Importancia de los programas REP

Existe un interés cada vez mayor por analizar y modificar las relaciones entre empresa y medio ambiente. Una de estas relaciones es la gestión de los residuos que generan las organizaciones en sus procesos productivos y una vez que sus productos han concluido su ciclo de vida.



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



Cada vez se toma más conciencia sobre las consecuencias que la explotación, producción y generación de residuos de manera indiscriminada ya están produciendo en el medio ambiente global.

Meadows<sup>3</sup>, en *Beyond the Limits* dice “el uso humano de recursos esenciales y la generación de contaminantes, ha sobrepasado límites físicamente sostenibles. Sin una reducción de los flujos de materiales y energía, habrá un declive incontrolable de alimentos, uso de energía y producción industrial per cápita”.

Continúa señalando el escenario que vislumbra más allá de los límites. Una sociedad con recursos cada vez más escasos, cantidades más abundantes de contaminantes y desperdicios, esfuerzos exponencialmente mayores para la explotación de los recursos y disminución de la inversión en educación y salud por cubrir necesidades de consumo y pagar deudas.

---

<sup>3</sup> MEADOWS. *Beyond the Limits*.



Es una visión muy drástica, que sin embargo, debemos considerar para no llegar a los límites que ya se pueden observar en un futuro no tan lejano. Es una visión de futuro que debe alertar sobre el peligro que se está corriendo al mantener los niveles actuales de consumo de recursos y generación de residuos.

Al respecto, las legislaciones a nivel global están empezando a dar los primeros pasos para incentivar la reducción de explotación de materias primas y generación de residuos.

La legislación en materia de gestión de residuos de la Unión Europea prevé que el almacenamiento de los residuos generados no es sostenible y su destrucción no resulta satisfactoria por los derivados que esta produce. Por lo que es mejor prevenir la producción de residuos y reintroducirlos en el ciclo de producción a través del reciclado de sus componentes cuando existan soluciones sostenibles desde los puntos de vista ecológico y económico.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Directiva 2006/12/CE



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



Aun cuando la legislación mexicana está muy atrasada con respecto a este tema, y más aún las acciones prácticas que se deben llevar a cabo, se puede observar que la ley sobre residuos dice “tienen por objeto (las disposiciones de la ley) garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos sólidos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial”<sup>5</sup>. Y podemos detallar, del glosario de la misma ley, el término valorización; “Principio y conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos, mediante su reincorporación en procesos productivos, bajo criterios de responsabilidad compartida, manejo integral y eficiencia ambiental, tecnológica y económica”.

Se puede ver entonces, que dada la situación de explotación de materias primas y generación de residuos, se está llegando a nivel global, a la conclusión que una de las opciones más viables para la gestión de residuos es su

---

<sup>5</sup> Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.





tratamiento integral, tal como es considerado por los programas REP.

Estos programas proveen una opción que puede afrontar el reto de conducir recursos materiales, económicos, humanos, técnicos en un sentido más responsable ante la sociedad y el medioambiente.

Complementando la importancia medioambiental de los programas REP, se encuentra el factor económico.

Este aspecto ha jugado un papel ambivalente en la valoración ambiental. Por un lado la gestión de residuos conlleva costos elevados que las empresas todavía prefieren evitar, y optan por “pagar por contaminar”.

Sin embargo, se deben hacer análisis de conceptos como “huella ecológica”, “mochila ecológica”<sup>6</sup> y valuación de servicios ambientales. Que pueden proveer de datos duros

---

<sup>6</sup> Huella ecológica es el impacto de una persona, ciudad o país, sobre la Tierra, para satisfacer lo que consume y absorber sus residuos. Se mide en términos de superficie necesaria.

Mochila ecológica es la suma de materiales movilizados y transformados durante el ciclo de vida de un bien de consumo desde su creación hasta que se vuelve residuo. Dr Friedrich Schmidt-Bleek



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



referentes al costo real de seguir consumiendo y generando residuos como hasta ahora se ha hecho a nivel global.

Otro concepto fundamental para hacer contrapeso a la resistencia a la gestión integral de residuos, es el Protocolo de Kioto y los bonos de carbono. Que aun cuando no sea una solución definitiva, puede incentivar la búsqueda de nuevas y mejores formas de sustentabilidad de la humanidad.

## 1.2. Industria Automotriz

La industria automotriz se encarga de diseñar, desarrollar, fabricar, comercializar, vender y ofrecer servicio postventa a vehículos automotores en todo el mundo.

Desde el inicio del siglo XX la industria automotriz impactó profundamente el desarrollo industrial en general. En los países con alto desarrollo llegó rápidamente a ser la industria más exitosa.



Prácticamente desde sus inicios, la posesión de un automóvil fue un símbolo de estatus social pasando por encima de su valor funcional.

La industria automotriz ha enfrentado junto con su acelerada expansión, el reto que representa la integración de cientos de partes del más diverso tipo en sus puntos de fabricación.

Esto incluye una gran diversidad de industrias, desde el acero laminado, plásticos, cauchos, vidrios, textiles, componentes electrónicos, etc.

Con ello ha abarcado industrias manufactureras medulares para el desarrollo económico de regiones e incluso países completos.

Este hecho constituye al automóvil como uno de los productos representativos del capitalismo. En la crisis económica mundial actual se observa claramente el impacto negativo, reflejo de la importancia de esta industria en las economías mundiales.



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



La industria automotriz se puede observar desde dos grandes componentes, la industria ensambladora y la industria de autopartes. La evolución paradigmática de producción que ha atravesado la industria automotriz es en gran medida el reflejo de la versatilidad y flexibilidad de la industria de las autopartes. De la capacidad de respuesta de ésta, depende el dinamismo de la industria automotriz

Las industrias de autopartes han madurado en el soporte tecnológico, organizacional y financiero incluso, debido a que las grandes corporaciones han avanzado hacia modelos de dispersión de su producción.

A través de su historia, la industria automotriz se ha desarrollado aceleradamente, sin embargo, se pueden distinguir algunas etapas de modificación de las formas de producción.

En los inicios del siglo XX se utilizaban técnicas artesanales. La producción mundial se encontraba entre las 10,000 y las 15,000 unidades anuales. Esto, debido a que los primeros fabricantes eran en sus inicios productores de motores de



vapor, barcos, carrozas, diligencias e incluso bicicletas. Y las técnicas utilizadas para realizar los primeros automóviles eran las mismas que estos productores usaban en sus negocios originales.

En 1913 se implementaron los primeros modelos del fordismo. Este modelo introdujo la producción masiva al utilizar la estandarización de partes y procesos. Con la estandarización se logró la intercambiabilidad de partes y el abaratamiento del automóvil al llegar a fabricar hasta 2 millones anuales al principio de la década de 1920. El modelo de producción de Ford estandarizó a tal grado los automóviles a costa de producir un solo modelo con ciertas características específicas e inamovibles.

Pero el mercado no soportó este alto grado de estandarización por mucho tiempo. En 1919 General Motors segmentó el mercado creando Chevrolet, Pontiac, Oldsmobile, Buick y Cadillac. Esta división implica un rango de productos desde el más barato al más caro. Además empezó a realizar cambios a sus modelos cada año. Con ello,



General Motors incrementó los volúmenes de ventas y abatió los costos.

A mediados del siglo, el joven ingeniero Eiji Toyoda y Taichi Ohno crearon la manufactura esbelta. Esta provee una forma de alinear las actividades que agregan valor, mientras se eliminan los desperdicios en todas sus formas y se acerca el proceso al cliente para proporcionarle lo que él desea.

Primero Ohno, experimentó organizando grupos de trabajadores con un líder en lugar de un capataz. Luego les encargó tareas de mantenimiento, reparaciones menores a las herramientas y revisión de calidad. Por último dio tiempo para que el equipo propusiera mejoras al proceso. Conforme el equipo ganó experiencia pudo reducir el número de errores dramáticamente.

Toyota también fomentó que sus proveedores de primer nivel se comunicaran entre ellos para hallar formas de mejorar el diseño. Luego ellos debían formar a los proveedores de segundo nivel y sucesivamente.



En el desarrollo de la industria automotriz se observa la influencia muy importante de dos factores. En primer lugar el desarrollo de la industria de autopartes, y la economía global.

La industria de autopartes se ha desarrollado de manera paralela y muy similar a la industria automotriz. En un principio los fabricantes de automóviles acaparaban todo el diseño e ingeniería de los componentes. Y dejaban a la industria de autopartes sólo la maquila. Los grandes fabricantes de autos eran los dueños de moldes, planos y cualquier herramienta necesaria para la fabricación de componentes. Promovían, además, una fuerte competencia entre los fabricantes de autopartes por reducir costos de fabricación, aun a costa de la calidad, por lograr contratos de fabricación.

La evolución se dio con la estandarización de componentes, la entrada del sistema Toyota y el justo a tiempo. Con ello, los fabricantes de autopartes empezaron a adquirir más responsabilidad en el diseño de sus productos.



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



Las automotrices ahora exigen altos estándares de calidad y servicio y los fabricantes de autopartes tienen una gran influencia sobre las armadoras.

Las armadoras y autopartistas piden a sus proveedores estar certificados bajo normas de gestión de la calidad como la ISO 9000 y la ISO/TS 16949. Esta última elaborada por la Fuerza de Tareas de la Industria Automotriz (International Automotive Task Force, IATF) y la Asociación Japonesa de Fabricantes de Automóviles (Japan Automobile Manufacturers Association Inc., JAMA)

El segundo factor, la economía global, se ve claramente reflejada en la industria automotriz. La revolución industrial fue un gran impulso a la naciente industria automotriz. Para la primera y segunda guerras mundiales la producción se contrajo prácticamente a la etapa de producción artesanal. Posterior a la segunda guerra mundial, la industria automotriz, al igual que la economía global vivieron una época dorada que se vio bruscamente interrumpida por la gran depresión de finales de la década de los 70's. Y a partir de mediados de los





80's, la industria vuelve a crecer de manera lenta pero sostenida hasta la crisis mundial actual.

No es tema de este trabajo analizar la crisis económica mundial actual, sin embargo, es claro que la industria automotriz ha sido duramente golpeada. Y se observa que muchas economías nacionales dependen en gran medida de la aportación de la industria automotriz a los productos internos. Es por ello que se están generando grandes gastos para mantener viva la industria y que ésta, está buscando reducir todos los gastos a los mínimos más impensables.

De acuerdo con la Organización Internacional de Fabricantes de Automóviles (OICA), en 2007 se produjeron más de 73 millones de vehículos automotores, incluyendo autos y vehículos comerciales. De estos en México se produjo el 2.86%, haciendo poco más de 2 millones.<sup>7</sup>

En México se registró un aumento en la producción de 0.3% de 2007 a 2008, mientras en el periodo 2006-2007 fue de 2.4%. Lo cual indicaba ya desde 2007 la brusca

---

<sup>7</sup> OICA



desaceleración del crecimiento de la industria automotriz. Mientras que el porcentaje acumulado para el periodo enero-febrero de 2009 comparado con el mismo periodo de 2008, es de -44.4%, que es ya una clara y muy alarmante tendencia de contracción del sector.<sup>8</sup>

### 1.2.1. Cadena de Suministro.

La cadena de suministro<sup>9</sup> de la industria automotriz es difícil de caracterizar. Ya que un automóvil puede estar constituido por aproximadamente 15 mil partes, la cantidad de industrias involucradas es gigantesca. Ello da a la cadena de suministro una complejidad de la misma magnitud. Las interrelaciones entre proveedores aumenta aun más la complejidad de la cadena.

Los fabricantes de equipo original (OEM's por sus siglas en inglés) o ensambladoras, fabrican realmente una porción muy pequeña de estas partes. Con lo que la fabricación recae principalmente en la industria de autopartes, que a su vez

---

<sup>8</sup> OICA, AMIA

<sup>9</sup> El termino cadena de suministro explica el proceso que inicia con el proveedor de componentes, atraviesa procesos intermedios y finaliza en las instalaciones del fabricante de producto terminado.



está constituida por una gran cantidad de empresas más o menos especializadas.

Además, se incluyen en la cadena de suministros, las industrias que proveen de herramientas, estructura, robots y equipo de software especializado.

En general, se reconocen dos clasificaciones para los elementos que componen la cadena de suministro de la industria automotriz.

La primera, se basa en su posición corriente arriba o abajo de la cadena de suministro.

De esta forma, encontramos en primer lugar a los OEM's. Estas son básicamente las ensambladoras. En México se encuentran 17 OEM's, que son BMW, Chrysler, DINA, Ford, GM, Honda, Kenworth, Masa, Mercedes Benz, Navistar, Nissan, Omnibuses Int, Renault, Scania, Toyota, Volkswagen y Volvo Bus. El Instituto Mexicano del Transporte considera también a Perkins y Cummins que sólo fabrican motores.



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



Entre las OEM's y el cliente final se encuentran los distribuidores.

Más hacia arriba de la cadena, se encuentran los proveedores de primer, segundo, tercer y cuarto nivel. De las 1000 empresas de autopartes que se encuentran en México, sólo 345 son de primer nivel.

Dentro de una clasificación, el primer nivel provee directamente a las OEM's y a su vez es cliente de un segundo nivel, a quien provee el tercer nivel.

Sin embargo, según esta clasificación, existen fabricantes que para un proyecto son proveedores de primer nivel, mientras que para otro pueden ser de segundo nivel, e incluso proveer a su competencia en primer nivel. O cualquier otra combinación que complica la caracterización de las relaciones entre proveedores.

En otra clasificación, los niveles son divididos por los productos que proveen y su rol dentro de la producción.



Así, proveedores de primer nivel se relacionan directamente con las OEM's y se encargan de sistemas integrados. Los de segundo nivel, generan subsistemas o módulos y los de tercer nivel, componentes y materiales básicos.

En esta clasificación es más fácil identificar el nivel del proveedor como se puede observar en la figura 1.

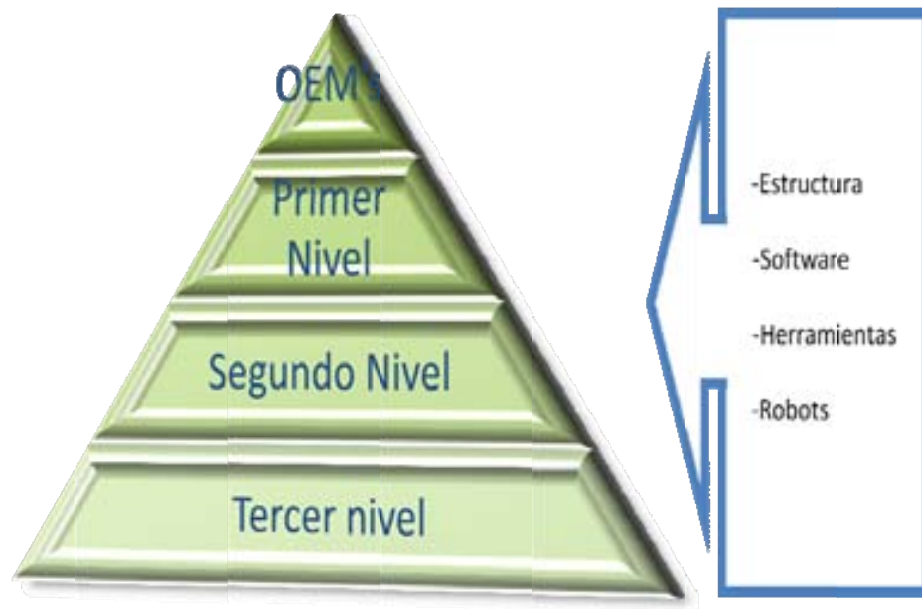


Fig 1. Proveedores.

Dado que ambas clasificaciones tienen limitantes y puntos indeterminados, solamente son de ayuda como referencia en el análisis de la industria automotriz.



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



En este trabajo se utilizará la segunda clasificación, debido a que da un grado de generalización respecto al número de niveles que pueden existir en la cadena, mientras que especifica el grado de procesamiento de los materiales y productos tratados.

### 1.3. Logística Inversa

La logística inversa es “el proceso de planificación, implantación y control eficiente del flujo efectivo de costos y almacenaje de materiales, inventarios en curso y productos terminados, así como de la información relacionada, desde el punto de consumo al punto de origen, con el fin de recuperar valor o asegurar su correcta eliminación”.<sup>10</sup>

Los motivos del desarrollo de la logística inversa son las devoluciones y los nuevos requisitos medioambientales.

Dentro de la motivación medioambiental se distingue el desecho por el usuario final debido al fin del ciclo de vida del

---

<sup>10</sup> PÉREZ, Ana. Logística Inversa.



producto. Y en esta línea se dividen dos vertientes. Los productos al final de su ciclo de vida pueden requerir de tratamiento para su disposición final; o pueden representar una oportunidad de negocio.

Ser una oportunidad de negocio implica su reincorporación en la cadena productiva.

Para llevar a cabo el proceso de logística inversa se requiere plantear sistemas que resuelvan las siguientes cuestiones:

- ¿Cómo se lleva a cabo la recuperación de productos?
- ¿Quién realiza las actividades?
- ¿Cómo se desarrollan las actividades?
- ¿Se pueden integrar estas actividades en los sistemas existentes de producción y distribución?
- ¿Cuáles son los costos y los beneficios de la logística inversa, desde el punto de vista económico y medio ambiental?



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



Las opciones de reintroducción en la cadena productiva pueden ser la reutilización, reparación, restauración, remanufactura, canibalización y reciclaje.

La reutilización consiste en darle un nuevo uso al producto.

Reparación, restauración, remanufactura y canibalización implican un reacondicionamiento del producto. La diferencia consiste en la dificultad que tenga el proceso de reacondicionamiento. Y la canibalización implica la utilización de componentes en otros productos.

Finalmente, el reciclaje es la recuperación de los materiales para procesarlos nuevamente. El problema del reciclaje radica en la percepción del usuario que los materiales reciclados son de menor calidad. Lo cual, por otra parte, puede ser cierto para algunos tipos de materiales, que pueden perder propiedades específicas en el proceso de reciclaje.





En la figura 2 se observa que todas estas actividades están ligadas entre sí y con el objetivo común de la reintroducción de los materiales a la cadena productiva



Fig 2. Opciones de reintroducción.

La logística inversa tiene varios obstáculos a vencer. Uno de los que se observan primero es la economía. La cuestión a responder es quién debe pagar la gestión de residuos.



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



Otro gran obstáculo de la logística inversa es el involucramiento. Dentro de las organizaciones no existe una cultura y por lo tanto un área que esté encargada específicamente del manejo de residuos. La idea que este manejo es una cuestión netamente técnica, impide que la alta dirección considere involucrarse. Con ello se excluye la logística inversa de los procesos de planeación estratégica y no permea hacia los niveles inferiores.

Es de vital importancia para el correcto desarrollo de la logística inversa que se involucre la alta dirección y por lo tanto que sea incluida en la planeación estratégica de la organización.

Una vez incluida la logística inversa en la planeación estratégica, debe involucrarse a todas las áreas de la organización. Así, diseño, compras, producción, finanzas, logística, recursos humanos, etc., deben participar activamente en las actividades relacionadas con la logística inversa.



Por otro lado, la logística inversa puede abarcar un largo recorrido de los materiales corriente arriba de la cadena de suministros. Por lo cual se debe considerar la necesidad de involucrar inclusive a varios niveles de esta cadena. La cadena de suministros debe entonces, estar integrada para funcionar como una sola organización y así apoyar el recorrido de los materiales.

La logística inversa debe ser considerada desde el diseño del producto. Dentro de las consideraciones ambientalistas a este respecto, se ha desarrollado el diseño para el medio ambiente (Design for Environment, DfE por sus siglas en inglés).

El DfE resulta del compromiso entre la productividad, la calidad y la compatibilidad con el medio ambiente.

Considera el rediseño de productos existentes, el cambio de concepto de productos y la concepción de nuevos productos. Donde incluso llega a cuestionar la necesidad y conveniencia de la creación de un producto.



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



Dentro del DfE se considera la simplificación y estandarización de materiales, el reconocimiento de los materiales, la facilidad de desmontaje y el diseño para la reutilización.

La simplificación y estandarización de materiales significa la reducción de volumen, variedad y aleaciones de materiales.

El reconocimiento de los materiales implica el marcaje del tipo de material con códigos que los identifiquen.

La facilidad de desmontaje tiene por objeto facilitar la clasificación y separación de materiales.

El diseño para la reutilización incide en el mercado de recambios y de componentes reutilizados, y crea la necesidad de una amplia estandarización de los componentes.

En la figura 3 se muestra el proceso del ciclo logístico en su totalidad.

Fig 3. Ciclo logístico.

La logística inversa ha sido desarrollada en países altamente industrializados como Estados Unidos. Donde se han creado empresas como la Asociación de Logística Inversa (Reverse Logistics Association), cuya misión es la de formar profesionales en logística inversa en todo el mundo. Enseñando los principios básicos que aplican en toda



industria para que cada organización sea capaz de crear los modelos adecuados a sus necesidades.

El Consejo Ejecutivo de Logística Inversa (Reverse Logistics Executive Council) es una organización sin fines de lucro que tiene como objetivo el desarrollo de las mejores prácticas industriales que reduzcan costos para los consumidores, minoristas y fabricantes; proveer estudios de benchmarking<sup>11</sup>; y dar información causal que ayude a mejorar todo el proceso de logística inversa.

Este último menciona que en Estados Unidos el costo de la logística inversa es aproximadamente 0.5% del PIB.

El RevLog es un grupo de cooperación internacional europeo cuyo objetivo principal es analizar los temas clave de la logística inversa, para ordenarlos de acuerdo a su impacto en las industrias y en la sociedad, y crear un marco de referencia que ligue estos temas.

---

<sup>11</sup> Herramienta administrativa sistemática y continua para comprender y evaluar las fortalezas y debilidades de una organización en comparación con la mejor en el ramo que se trate.



En México hay algunas empresas de logística que entre sus productos ofrecen soluciones de logística inversa a la medida de la empresa. Sin embargo, estos productos mal llamados logística inversa, no son más que un servicio de paquetería de devolución, ya sea de productos defectuosos o de productos al final de su ciclo de vida.

Dada su concepción integral de la gestión del producto, a través de toda la cadena productiva corriente arriba y abajo, la logística inversa se considera una herramienta fundamental para el desarrollo práctico de un programa REP.

#### 1.4. Plásticos en la industria

A lo largo de la historia del automóvil se han utilizado diferentes materiales para su construcción. Al principio se utilizaron los mismos materiales empleados en los antiguos carruajes. Y después fueron evolucionando para ser más adecuados a las necesidades de los nuevos vehículos.



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



Desde el chasis hasta la carrocería, todos los materiales han evolucionado, algunos más rápidamente que otros pero todos a paso firme y en la dirección que marcan las nuevas tendencias de diseño y tecnológicas.

Los metales han cambiado del hierro, al acero, aluminio y otras nuevas aleaciones cada vez más ligeras y resistentes.

Se han incorporado textiles sintéticos, fibras de vidrio y de carbono, materiales cerámicos, semiconductores y nuevos materiales compuestos en toda variedad de características, formas y funciones.

Los plásticos han avanzado en todos los frentes. Actualmente los plásticos se encuentran en todos los sistemas automotrices. Hay incluso materiales plásticos que han llegado hasta el tren motriz. Se los encuentra en carrocerías, defensas, elementos estéticos, estructurales, etc., sin olvidar obviamente los neumáticos donde todavía no existe un sustituto que pueda ofrecer las mismas características de flexibilidad, resistencia y agarre al pavimento.





Debido a la fuerte competencia entre fabricantes, los plásticos han dado respuesta a las exigencias de la producción masiva. Estéticamente los plásticos dan toda la versatilidad a cualquier diseño y acabado que los grandes diseñadores puedan imaginar. Y finalmente los requerimientos ambientales también han impulsado su desarrollo. Al proporcionar piezas más ligeras, hasta 7 veces menos densas que el hierro, se pueden alcanzar mayores rendimientos del combustible, que se traduce en menores emisiones al ambiente.

Actualmente la industria automotriz consume aproximadamente 12 millones de toneladas de plásticos al año. Constituyendo en promedio 190 kg por vehículo.

La tabla 1 muestra la composición de un vehículo por el tipo de material. De donde se puede destacar los componentes plásticos, neumáticos y textiles.

<b>Material</b>	<b>%</b>
<b>Chapa de acero</b>	41.0
<b>Acero mecanizado</b>	18.0



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



<b>Plásticos</b>	10.0
<b>Aluminio</b>	7.0
<b>Fundición de acero</b>	6.4
<b>Resto</b>	4.5
<b>Neumáticos</b>	3.8
<b>Vidrio</b>	2.8
<b>Cu, Zn, Pb, Mg...</b>	2.0
<b>Fluidos</b>	1.5
<b>Textiles</b>	1.2

Tabla 1. Composición Media de los Vehículos. Elaborado con datos de SIGRAUTO

En los tipos de plásticos utilizados por la industria automotriz se encuentran el poliuretano y espumas, para dispositivos para absorber y proteger; PVC, y elastómeros termoplásticos para sellos de líquidos, polvo, lluvia y aire; policarbonato para ventaneras y sistemas de iluminación, etc. Particularmente el polipropileno (PP) se utiliza en todos los vehículos sin una competencia visible en la cantidad utilizada por cada vehículo

La composición media de plásticos utilizados en la fabricación de los vehículos es la que se muestra en la figura 4.

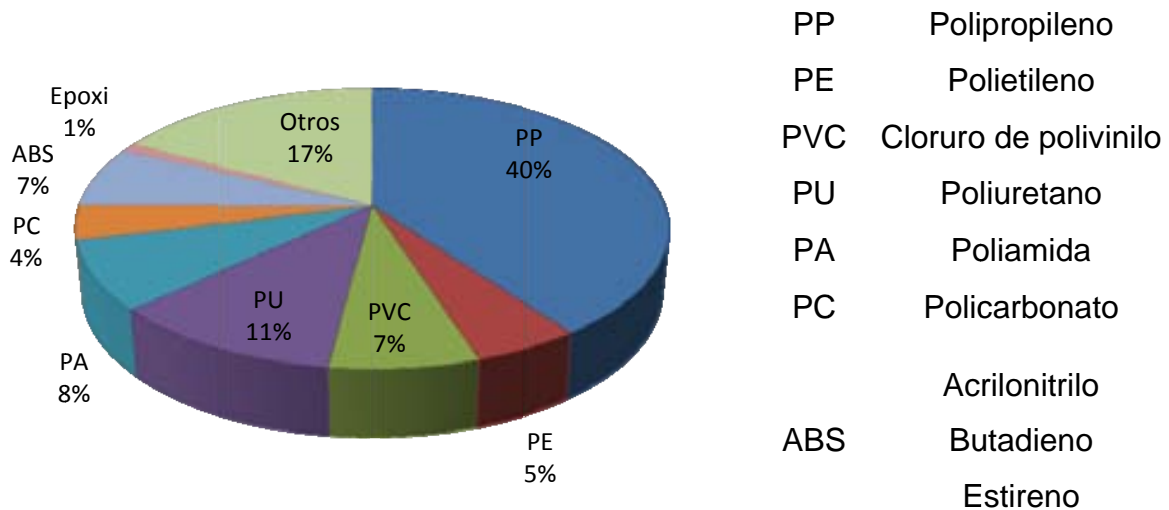


Fig 4. Composición de la fracción plástica de los vehículos. Datos obtenidos de SIGRAUTO.<sup>12</sup>

El polipropileno ha evolucionado en grados especiales y modificados, siendo utilizado en partes exteriores e interiores, con lo cual ha llegado a ocupar el primer lugar en consumo en la industria automotriz.

De las 1000 empresas fabricantes de autopartes que se encuentran en México, 100 se dedican al moldeo de partes plásticas. Y de estas 25 son proveedores de primer nivel de la industria.

<sup>12</sup> Asociación Española para el Tratamiento Medioambiental de los Vehículos Fuera de Uso



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



En la búsqueda por soluciones ecológicas para la gestión de residuos provenientes de los vehículos, debe contemplarse el avance de los plásticos en su composición media. Es importante conforme se generan estos materiales, crear también los métodos que se usarán para su correcto reciclaje.

Algunos proveedores de materias primas son BASF, Bayer, Dow Chemical, Du Pont, GE Plastics y Lanxess. Mientras los proveedores de primer nivel son Visteon, Lear, Plastic Omnium, Peguform, Hella, Faurecia, Valco, etc.



## Capítulo 2. Ámbito internacional

La Directiva 2000/53/CE de la Unión Europea y la creación de programas REP para VFVU's ha promovido en gran medida la generación de diversas asociaciones con la finalidad de regular su gestión. La misma Directiva, a través de algunas empresas multinacionales, ha influido en la creación de otras asociaciones del mismo tipo en Asia y otros países donde tienen intereses.

En este capítulo se hace un resumen de algunas de estas asociaciones; sus objetivos, asociados, procedimientos y, en la medida de lo posible, los resultados que han obtenido.

### 2.1. España. Asociación Española para el Tratamiento Medioambiental de los Vehículos Fuera de Uso

La Asociación Española para el Tratamiento de Vehículos Fuera de Uso (SIGRAUTO) fue creada por los principales representantes encargados de la gestión de VFVU's. Ellos son la Asociación Española del Desguace y Reciclaje del



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



Automóvil (AEDRA), la Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones (ANFAC), la Asociación Nacional de Importadores de Automóviles Camiones Autobuses y Motocicletas (ANIACAM) y la Federación Española de la Recuperación (FER).

### 2.1.1. Objetivo

El objetivo de SIGRAUTO es coordinar y gestionar las actividades de gestión de VFVU's y, representar y defender a sus asociados ante las autoridades competentes.

Para ello SIGRAUTO coordina una red de centros autorizados de tratamiento, fragmentadoras y plantas de medios densos, e informa a la sociedad.

Los centros autorizados de tratamiento (CAT) son las instalaciones que cumplen toda la normatividad referente a la gestión de VFVU's. Las fragmentadoras son instalaciones que procesan gran cantidad de materiales. Los introducen en grandes molinos y los separan en materiales férricos y no férricos, residuos pesados y residuos ligeros.



Los materiales férricos y no férricos se destinan a las siderúrgicas para la producción de acero. Los residuos pesados son gomas, plásticos y materiales metálicos en su mayoría no férricos. Y los residuos ligeros son textiles, espumas y otros.

Las plantas de medios densos separan de los residuos pesados, los materiales metálicos y no metálicos. Los primeros para su fundición y los segundos para su valorización energética.

### 2.1.2. Proceso

El proceso se realiza en 4 etapas fundamentales: recepción y verificación, descontaminación, retirada de componentes reutilizables y materiales reciclables y fragmentación y recuperación de materiales.

En la recepción y verificación el CAT revisa la documentación para verificar la titularidad y si no existe ningún impedimento para el tratamiento.



La descontaminación consiste en retirar todos los fluidos que hacen del auto un residuo peligroso.

Posteriormente se evalúan y retiran los componentes que pueden ser susceptibles de ser reutilizados, son identificados y almacenados para su comercialización.

Finalmente las fragmentadoras trituran los vehículos en molinos de martillos de entre 20 y 40 cm y los separan mediante aspiradoras y corrientes magnéticas.

La figura 5 es el esquema del proceso, provisto por SIGRAUTO como parte de sus actividades de promoción del reciclaje de vehículos.





Fig 5. Tratamiento de VFVU's. Fuente SIGRAUTO

El residuo ligero de las fragmentadoras tiene una composición muy variable y diversa: 40% plásticos y textiles, 30% caucho, 13% vidrio, 15% tierras y 2% metales no férricos. Este residuo es depositado en vertederos



convencionales ocupando un 3% del volumen ocupado por los residuos domésticos. Se considera su valorización energética debido a que su reciclaje mecánico es muy complicado.

El residuo pesado una vez limpio de metales consta de gomas, plásticos y otros materiales. Al igual que el residuo ligero se considera su valorización por encima de su reciclaje.

La Agrupación de Fabricantes de Cemento de España (OFICEMEN), proponen el uso de estos residuos en sus fábricas de clinker<sup>13</sup>, como sustituto de combustibles fósiles.

### 2.1.3. Resultados

SIGRAUTO opera 441 CAT's de los cerca de 900 que existen en España, 26 plantas fragmentadoras y 9 plantas de medios densos. En 2008 procesaron 623 920 vehículos, lo cual representa el 83% del total de vehículos dados de baja. La

---

<sup>13</sup> El clinker es la caliza cocida, materia prima básica del cemento. El horno en el cual se produce, debe alcanzar una temperatura de 1500°C, para lo que se requiere una flama de 2000°C.



red de SIGRAUTO tiene la capacidad para atender el 100% de los vehículos.

En la tabla 2 se evalúa el total de bajas durante los últimos tres años, SIGRAUTO enfatiza la disminución durante el 2008 y prevé un descenso aún mayor para el 2009 debido a que la crisis económica mundial orilla a los propietarios de automóviles a conservarlos durante más tiempo.

	2006	2007	2008	Dif %
<b>TOTAL</b>				
Sin corregir	1.039.402	1.015.245	870.065	-14,30
Corregido	954.715	927.960	748.071	-19,39

Fuente: SIGRAUTO - IEA

Tabla 2. Evolución de bajas. Fuente SIGRAUTO

En la búsqueda de formas de incrementar el nivel de recuperación de los vehículos, SIGRAUTO ha realizado durante el 2008 dos pruebas de viabilidad técnica, medioambiental y económica de nuevas tecnologías.

La primera fue la de valorización energética en horno catalítico del residuo pesado sin metales proveniente de las



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



fragmentadoras. Esta prueba no resultó medioambiental ni económicamente factible.

La segunda fue la de sustitución de combustibles fósiles en plantas de clinker y cemento, por los residuos ligeros y pesados sin metales. Se obtuvieron resultados positivos en esta prueba. Haciendo una sustitución de 5%, no se produce ninguna anomalía en las emisiones a la atmosfera ni a la calidad y producción del cemento. Los residuos probaron tener la capacidad calorífica necesaria para el buen funcionamiento del proceso.

Debido a normativas recientes, SIGRAUTO también empezó a evaluar la gestión de residuos generados en talleres de reparación y mantenimiento de vehículos. Para ello se hicieron visitas regulares a 27 talleres durante tres meses. Los resultados serán presentados durante el 2009.

Otro dato importante de resaltar es la evolución de la antigüedad media de los vehículos dados de baja.



Fig 6. Fuente SIGRAUTO

En la figura 6 se observa una gran variación a lo largo de los años, que sin embargo, se mantiene dentro del rango de entre 14 y 15 años

## 2.2. Estados Unidos y Canadá. 1877 End of Life Vehicles

1877 End of Life Vehicles es la primera asociación norteamericana dedicada al correcto tratamiento de los VFVU's. Su visión es crear la primera marca nacional de recicladores de automóviles, concentrados en la gestión de vehículos de una manera ambientalmente sustentable.

Su enfoque se basa en dos factores: evitar o reducir significativamente el residuo final de los vehículos durante las



etapas de investigación y diseño; e incrementar el reciclaje y reuso de las partes.

### 2.2.1. Objetivo

Su objetivo es crear una solución nacional para el tratamiento de VFVU's. Combinando el uso de tecnologías que faciliten el desensamble adecuado de los vehículos, para que cada parte sea tratada de la manera más conveniente.

Basados en la Directiva de la UE sobre VFVU's determinan una serie de necesidades que desean satisfacer.

- Un código internacional de conducta para la industria automotriz, con respecto a los VFVU's.
- La certificación y acreditación de todos los organismos involucrados en las gestión de VFVU's que cubran los estándares y regulaciones medioambientales.
- La consideración del modelo de la Directiva como un modelo autoregulatorio y para el monitoreo de las actividades de la industria.



- El desarrollo de objetivos obligatorios para la correcta gestión de VFVU's.
- La creación de un grupo especial de fabricantes, importadores, gobierno y recicladores que coordine y dirija las operaciones.

### 2.2.2. Proceso

Cuando un vehículo llega al final de su vida útil, por accidente o tiempo, el dueño debe contactar a la asociación por medios electrónicos o teléfono. El vehículo es registrado y recogido dentro de las 48 horas siguientes.

El encargado llena la documentación, toma una fotografía del auto y entrega al dueño un recibo. Posteriormente lo lleva a uno de los centros autorizados para el reciclaje.

En el centro se extrae la batería y se quitan las llantas. Cuando son útiles son vendidas, de otra forma son llevadas para su reciclaje. Después se extraen materiales peligrosos como los interruptores de mercurio.



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



Son extraídos los fluidos como gasolina o diesel, aceites y refrigerantes. Se desensamblan las partes mecánicas y de la carrocería. El resto es llevado a las trituradoras para ser molido y reciclado.

Finalmente el último dueño recibe un certificado de destrucción del vehículo.

Durante el proceso se escogen las partes que pueden ser útiles para su reuso o valorización energética.

La figura 7 esquematiza el desarrollo del proceso.





## INGENIERÍA INDUSTRIAL

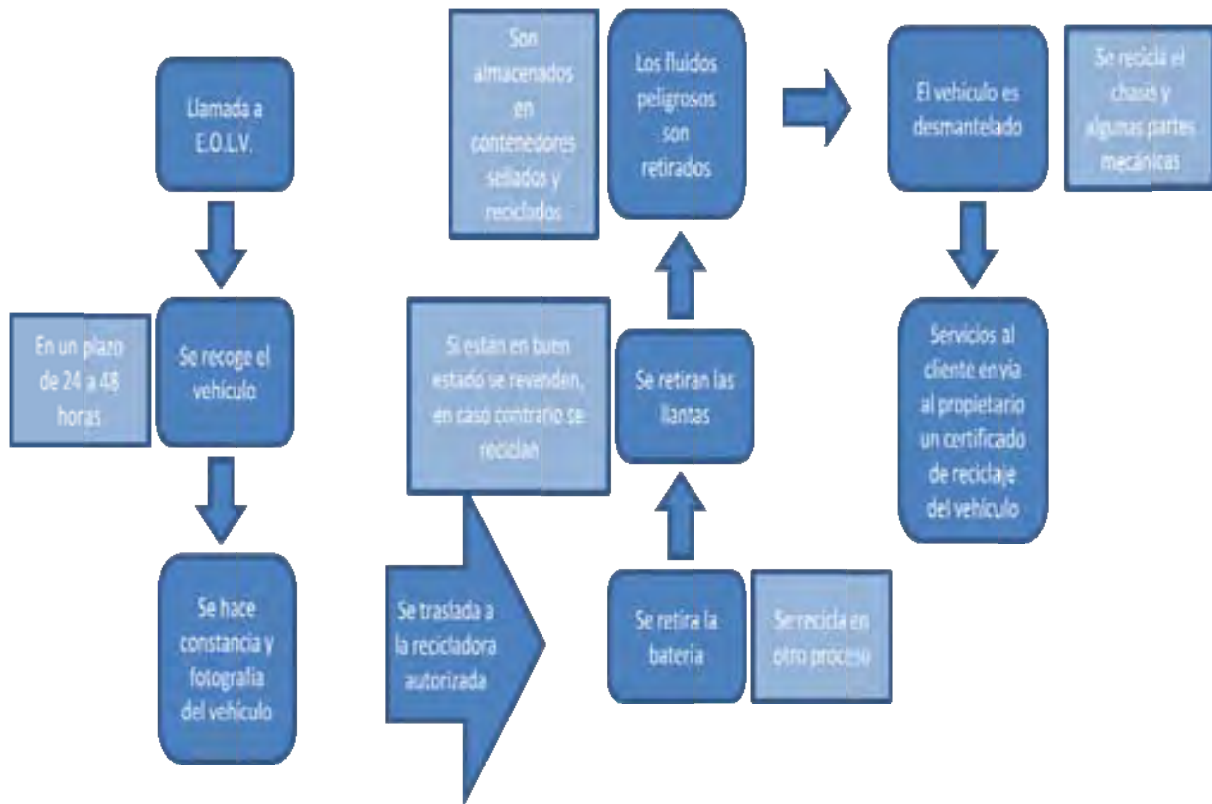


Fig 7. Proceso de reciclaje. Elaborado con información de 1877 End of Life Vehicles

### 2.3. Holanda. Auto Recycling Nederland

Auto Recycling Nederland (ARN) fue creada por la industria automotriz holandesa con la finalidad de reducir la cantidad de residuos generados por los VFVU's. El concepto creado por ARN permite el reciclaje de una mayor cantidad de materiales provenientes de los vehículos que pueden ser reutilizados como materia prima de nuevos productos.



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



El consejo está conformado por representantes de la asociación de desmanteladores, la asociación de fabricantes e importadores de automóviles, la asociación de vendedores de automóviles y talleres automotrices y la asociación de compañías reparadoras de automóviles.

El punto medular del concepto es que el sector privado, de conformidad con el mercado, se encarga de la recolección y desmantelamiento de los vehículos sin costo para el último dueño y sin carga medioambiental.

El financiamiento se obtiene a través de una cuota de disposición que se paga al registrar el vehículo por primera vez. Estas cuotas son utilizadas para generar premios al desmantelamiento y reciclaje, que de otra forma no son económicamente viables.

ARN funciona a través de una red de compañías desmanteladoras. Para pertenecer a la asociación, las compañías desmanteladoras deben lograr ciertos estándares objetivos. Ello debe estar reconocido por el Consejo Holandés



de Acreditación. Una vez cumplido este requisito, las compañías registradas en la ARN están obligadas a desmantelar y disponer de ciertos materiales. Por el otro lado ARN se obliga a pagar el premio por las actividades dedicadas a esta actividad.

### 2.3.1. Objetivo

El objetivo fijado por la misma industria automotriz fue mantener el 86% de los materiales dentro del ciclo de producción. Al año son reciclados más de 50 millones de kg de vidrio, caucho y plásticos. Sin embargo, queda aún sin reciclar un gran flujo de residuos. La meta es llegar al 95% de materiales reciclados.

Existen tres formas básicas de reciclaje, la reutilización de productos que significa el desmantelamiento de productos todavía útiles y su uso dentro de sus funciones originales; el reciclaje de materiales, que es recuperar materiales como acero, vidrio o plásticos y utilizarlos como materia prima de nuevos productos; y la recuperación energética, que consiste



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



en utilizar los materiales como combustible alternativo para generar energía para un proceso.

### 2.3.2. Proceso

ARN contacta a las compañías desmanteladoras reconocidas. Estas compañías recuperan los materiales de los VFVU's y los almacenan en contenedores. Una vez llenos los contenedores son recogidos por una compañía de recolección que los transporta a una compañía de reciclaje. Esta última compañía se encarga que los materiales pasen por procesos de reciclaje de alta calidad.

Una simplificación del proceso se muestra en la figura 8.

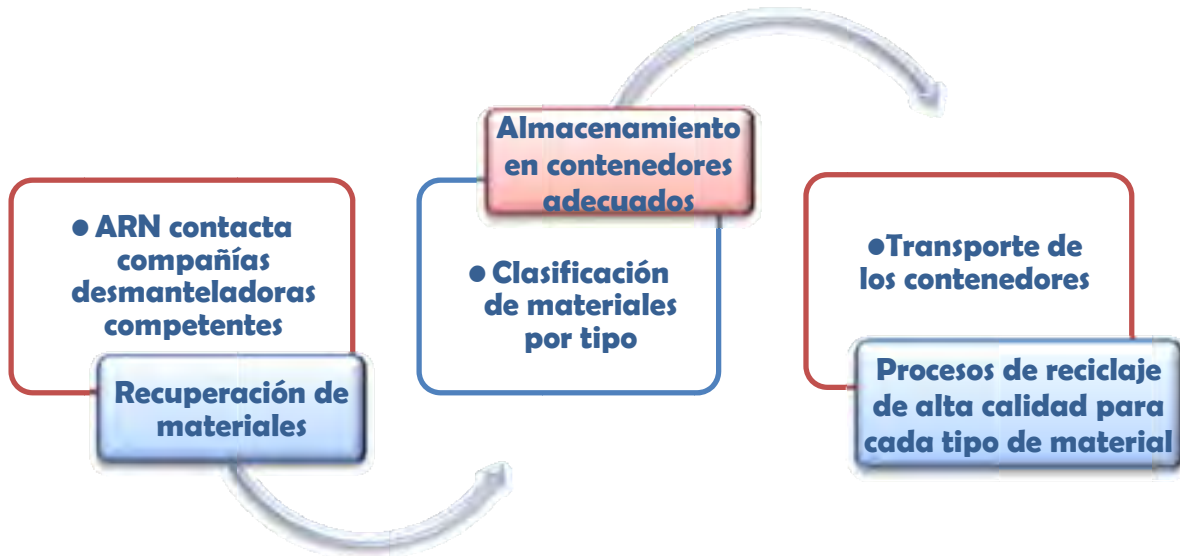


Fig 8. Esquema de proceso. Elaborado con información de ARN

Actualmente hay 255 compañías desmanteladoras reconocidas por la ARN. Estas compañías procesan el 89% de los VFVU's generados en Holanda. Las desmanteladoras procesan un máximo de 19 tipos de materiales y reciben un pago por unidad (kilogramo, litro o pieza). ARN revisa mensualmente la composición y peso de los materiales por tipo de vehículo y año. El pago a las compañías se hace por la cantidad de kilogramos, litros o piezas procesadas. Existen pagos específicos para cada tipo de material.

Los materiales tratados son: baterías, líquido de frenos, defensas, fibra de coco, refrigerantes, combustibles, vidrio, parrillas, tapones de rin, tubos, tanques de gas LP, espumas



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



de poliuretano, aceite, filtros de aceite, bandas de hule, cinturones de seguridad, llantas y líquido de limpiadores.

Se destacan los procesos de baterías y defensas por su contenido de polipropileno.

El proceso de reciclado de baterías tiene dos opciones. En primer lugar se rompe la carcasa liberando el ácido. Este es recolectado y procesado por separado. Las baterías libres de ácido son trituradas y por gravedad específica se dividen en materiales plásticos y metálicos. El polipropileno es triturado aun más y procesado posteriormente. El plomo es fundido, purificado y vaciado en lingotes.

La segunda opción de procesamiento inicia de igual manera, limpiando la batería de su contenido de ácido. Posteriormente es incinerada en altos hornos, donde el polipropileno funciona como combustible y el plomo es recuperado, fundido y vuelto lingotes.

Las defensas son clasificadas manualmente por el tipo de plástico del que están hechas. Las únicas adecuadas para su



procesamiento son las hechas de polipropileno y las de policarbonato. Las de PP son trituradas y son separadas las partes metálicas. Los trozos que aún son de unos 30 cm, son limpiados de cualquier suciedad y molidos a unos pocos milímetros. Este material es nuevamente lavado y secado. Finalmente se le agregan aditivos para obtener una materia prima lista para nuevas aplicaciones.

### 2.3.3. Resultados

ARN ha reciclado más de 3 millones de vehículos desde su creación en 1995.

El promedio de antigüedad de los vehículos desmantelados es de entre 14.9 y 15.3 años.

Con las evaluaciones periódicas que realiza ARN, se genera una tabla de cantidades obtenidas de materiales por vehículo desmantelado.



Material	kg/l/pza por vehículo
<b>Metales</b>	683.3
<b>Llantas</b>	27.9
<b>Vidrio</b>	25.4
<b>Baterías</b>	13.3
<b>Bandas de hule</b>	7.7
<b>Espumas de poliuretano</b>	6.7
<b>Defensas</b>	5.6
<b>Combustibles</b>	5.0
<b>Aceite</b>	4.9
<b>Refrigerante</b>	3.6
<b>Líquido de limpiadores</b>	1.0
<b>Tapones de rin</b>	0.7
<b>Fibra de coco</b>	0.5
<b>Filtros de aceite</b>	0.5
<b>Parrillas</b>	0.5
<b>Cinturones de seguridad</b>	0.35
<b>Líquido de frenos</b>	0.3
<b>Tubos</b>	0.1
<b>Tanques de gas LP</b>	0.06

Tabla 3. Fuente ARN





La tabla 3 define la cantidad estándar que se espera que cada compañía obtenga por cada vehículo.

ARN calcula que un vehículo está compuesto por un 75% de metales. De los materiales que recupera 8.4% son materiales reciclados, 2% son valorizados energéticamente y 0.9% son removidos. Con lo cual logra un reciclaje de un 85.4% del peso del vehículo.

#### 2.4. Italia. Associazione Industriale Riciclatori Auto

La Associazione Industriale Riciclatori Auto (AIRA) representa a las compañías compactadoras de automóviles. Esta industria es la base de la gestión eficiente y ecológica de los VFVU's y representa el paso crucial para el reciclaje y recuperación de los residuos provenientes de los mismos.

El proceso de compactación contribuye a la disminución del consumo de materias primas a través del reciclaje de



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



materiales ferrosos y a la disminución de los residuos destinados a la incineración.

#### 2.4.1. Objetivos

Los objetivos que destaca la AIRA son remarcar la importancia de las compactadoras en el tratamiento y gestión de los VFVU's; contribuir al desarrollo de la industria de las compactadoras respetando el medioambiente; evidenciar la importancia de la industria así como el valor de su actividad en la producción de materia prima reciclada para la industria siderúrgica; y colaborar con las instituciones encargadas de la generación de las normativas del sector.

#### 2.4.2. Proceso

La compactación prevé la trituración de las carrocerías de los automóviles en un molino de martillos y su posterior separación por medio magnéticos, de los materiales ferrosos de los no ferrosos. Del residuo no ferroso se separan por



flotación los metales no ferrosos. El resto de los residuos está compuesto por materiales inertes, tejidos, hule y plásticos.

Este último resto de desperdicios es enviado a rellenos sanitarios. Debido a su composición todavía no es susceptible de ser reciclado ni valorizado energéticamente. AIRA calcula que se producen 600 000 toneladas anuales de este residuo.

El material ferroso obtenido es llamado proler y es óptimo para ser enviado para su fundición. Junto a otras fuentes, el material obtenido de los VFVU's supera 1 800 000 toneladas anuales. Esta cantidad representa el 15% del consumo de materia prima de las siderúrgicas italianas.

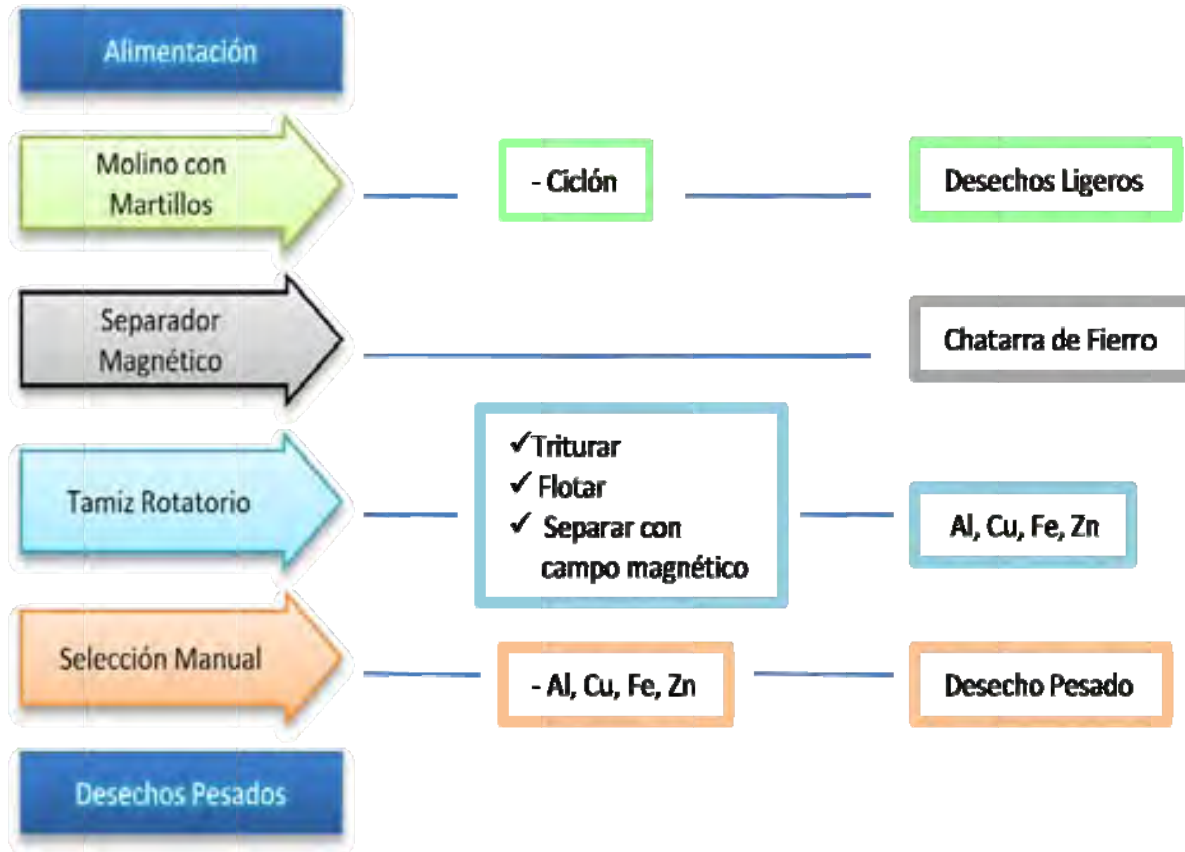


Fig 9. Esquema de proceso. Elaborado con información de AIRA

La figura 9 muestra los procedimientos realizados, ligados a sus productos resultantes.

## 2.5. Japón. Japan Automobile Recycling Promotion Center

La Japan Automobile Recycling Promotion Center (JARC) es una fundación creada en el año 2000 por varias



organizaciones industriales dirigidas por la asociación de fabricantes de vehículos, con la misión de avanzar en el reciclaje de VFVU's.

En el 2005 se implementó la Ley para el Reciclaje de Automóviles en Japón con la finalidad de obligar a los propietarios de autos a pagar una cuota de reciclaje; y a los fabricantes de automóviles, vendedores y desmanteladores a involucrarse en el sistema de reciclaje nacional.

Es responsabilidad de JARC administrar las cuotas proporcionadas por los propietarios y monitorear el paso de los VFVU's a través del sistema de reciclaje para asegurar que cada parte involucrada cumpla adecuadamente con sus procesos.

### 2.5.1. Objetivos

Los objetivos de JARC son administrar y ejecutar las operaciones del sistema de reciclaje y disposición. Administra los fondos creados bajo la Ley para el Reciclaje y difunde



información al público sobre la importancia del reciclaje de los VFVU's.

También, realiza investigación que ayude al avance tecnológico del reciclaje y la difusión de los logros obtenidos.

Organiza la cooperación entre organizaciones involucradas con el reciclaje.

### 2.5.2. Proceso

El proceso inicia cuando el propietario entrega el vehículo a los colectores. El vehículo pasa a recuperación de fluorocarbonos. De ahí pasa a los desmanteladores. Y finalmente a los trituradores. Cada etapa del proceso genera reportes y recibos que son entregados a JARC para el monitoreo del proceso.

También en cada etapa se generan residuos procesados, que son introducidos a la industria automotriz, a cambio de un pago.



## INGENIERÍA INDUSTRIAL



Todo el flujo de información es controlado por JARC para poder administrar adecuadamente el proceso.

En la figura 10 se observa el flujo de materiales, información y pagos entre los diversos actores del proceso.



CAROLINA TREJO ARÉZAGA

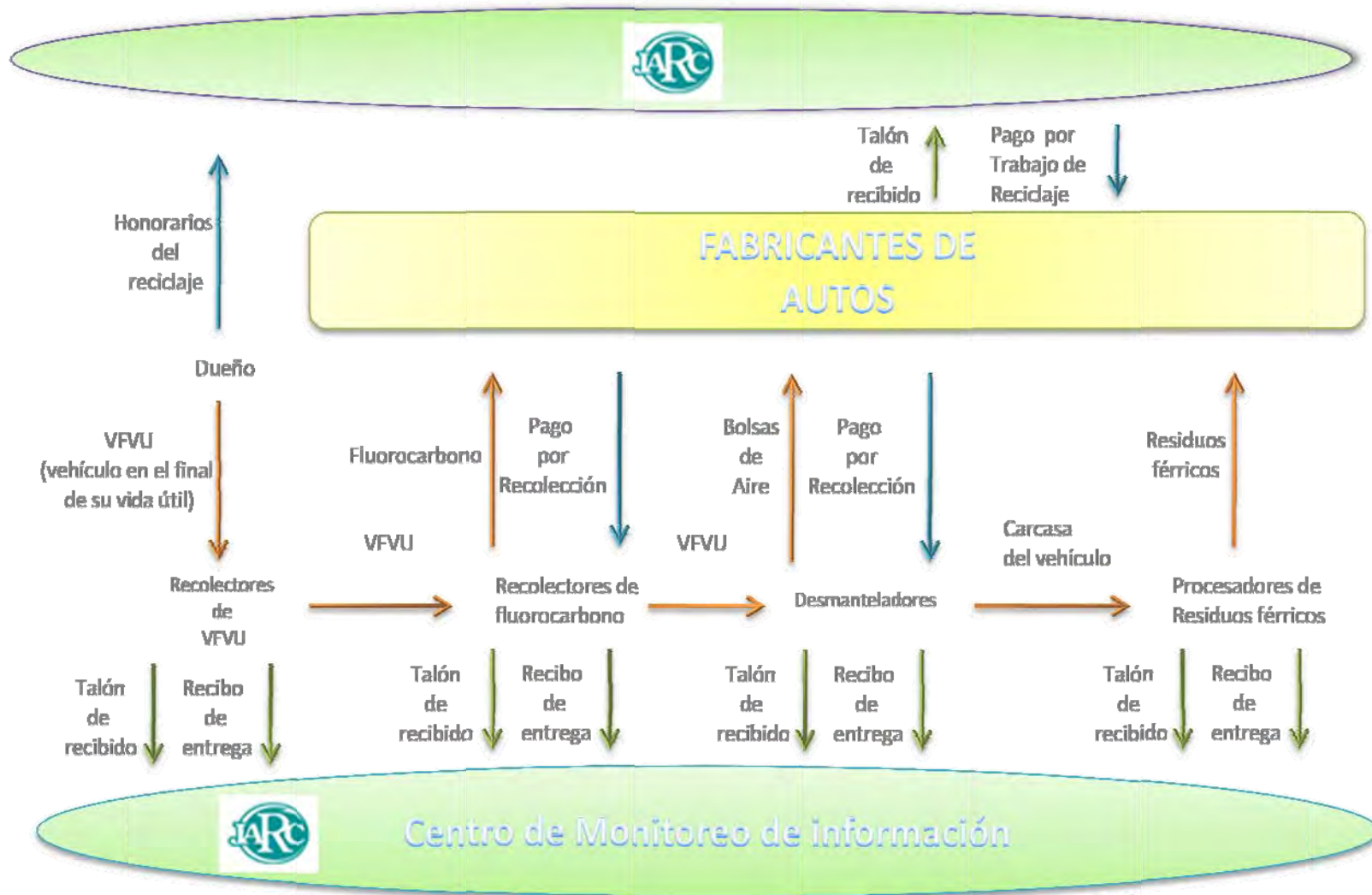


Fig 10. Esquema de proceso. Elaborado con información de JARC





### Capítulo 3. Propuesta de Fase 1

La OCDE considera las siguientes preguntas como marco de referencia para el desarrollo de la fase 1 para la implantación de un programa REP.

¿Por qué se considera una estrategia REP?

¿Cuál es la situación doméstica actual? (por doméstica puede entenderse nacional o regional).

¿Cuál es la dimensión internacional con respecto a la situación doméstica?

¿Cuál es el punto de vista de los principales actores del ramo? y ¿cuáles son los objetivos que ellos consideran alcanzables?

¿Cuáles son las medidas alternativas disponibles para alcanzar los objetivos, considerando que puede ser deseable una combinación de medidas?

¿Cómo se puede asegurar que la política de implementación alcance los objetivos nacionales, manteniendo la competencia internacional? y

¿Cómo va a ser medido el éxito?



Las respuestas a estas preguntas son la plataforma inicial para el desarrollo de un programa REP. Su evolución depende de los acuerdos a que se pueda llegar entre ensambladores, distribuidores, consumidores y gobierno.

### 3.1 Consideración de un programa REP

#### 3.1.1. Desarrollo sustentable

El desarrollo sustentable representa el compromiso de las generaciones presentes con las futuras. Trata de regular el consumo de recursos renovables y no renovables para garantizar un nivel de bienestar igual en el presente y el futuro. Este concepto tiene impacto en los factores económicos y medioambientales

La industria automotriz es una gran consumidora a nivel global de una extensa variedad de recursos, tanto renovables, como no renovables.



Consume anualmente 12 millones de toneladas de plásticos; 78 millones de toneladas de acero; 4 millones de toneladas de vidrio; 9 millones de toneladas de aluminio; y 15 millones de toneladas de otros materiales.

Las industrias extractivas que proveen estos materiales consumen en su mayoría recursos no renovables.

Este factor sumado a la alta volatilidad de sus mercados respectivos crea la necesidad de restringir el consumo de las materias primas vírgenes, dando prioridad a su reciclaje y valorización

### 3.1.2. Política de producto

Las políticas de producto se preocupan por la salud y seguridad de los consumidores. Esto se traduce en la búsqueda de materiales inocuos directamente al usuario o al medioambiente; y por otro lado a la introducción de materiales que ofrezcan resistencia y protección al usuario en caso de una eventualidad.



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



En el caso de la industria automotriz, la política de producto busca la reducción de productos como el mercurio, que son sustancialmente tóxicos tanto al usuario como al medioambiente. El proceso de extracción del mercurio así como su disposición final representan graves problemas a la salud humana y ambiental.

También se han desarrollado nuevos materiales compuestos que aseguran al usuario su protección. Pero de manera paralela a su desarrollo debe ser medido su potencial de daño a la salud, al medioambiente y su posible reuso o reciclaje al final de su vida útil.

### 3.1.3. Gestión de residuos

Las políticas de gestión de residuos han evolucionado de establecer estándares de protección, a disminuir y prevenir la generación de residuos.

Tan sólo en Europa se generan de 8 a 9 millones de toneladas de residuos al año provenientes de los VFVU's. Estos residuos deben ser gestionados adecuadamente.



La gestión adecuada de los residuos debe considerar la disminución de su generación. Con este objetivo es necesario contemplar desde el diseño de los productos para que contengan la menor cantidad posible de residuos dañinos a la salud y al medioambiente y la posibilidad que dichos residuos puedan ser reutilizados, reciclados o valorizados.

### 3.2 Situación nacional

En México la gestión de residuos está reglamentada por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Esta Ley no contiene una especificación sobre los VFVU's y no existe alguna otra que dé una normativa particular acerca de la gestión de VFVU's.

Existen 18,118,353 vehículos registrados en México, sin embargo, se desconoce cuál pueda ser la cantidad real de vehículos circulando en el territorio nacional debido a que se encuentran en alguna irregularidad legal.



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



Del parque vehicular registrado, se estima que aproximadamente un 14% no están en condiciones de seguir circulando.

La antigüedad media del parque vehicular en México es de 14.5 años. En Europa esta es aproximadamente la edad en que todos los vehículos son chatarrizados.

El TLCAN<sup>14</sup>, en su Anexo 300-A-2-24 decreta que México no podrá mantener prohibiciones o restricciones a la importación de vehículos usados provenientes del territorio de los otros países del tratado, con el siguiente orden:

A partir de 2009 a vehículos con 10 años de antigüedad; de 2011 con 8 años; 2013, 6 años; 2015, 4 años; 2017, 2 años; y 2019 ninguna antigüedad.

Un indicador del crecimiento del mercado nacional es el número de vehículos vendidos por cada mil habitantes. En México en 2008 éste fue de 9 vehículos nuevos. Mientras en

---

<sup>14</sup> Tratado de Libre Comercio de América del Norte



la suma de vehículos nuevos más importados usados es de 17. En Estados Unidos fue de 44, sólo de vehículos nuevos.

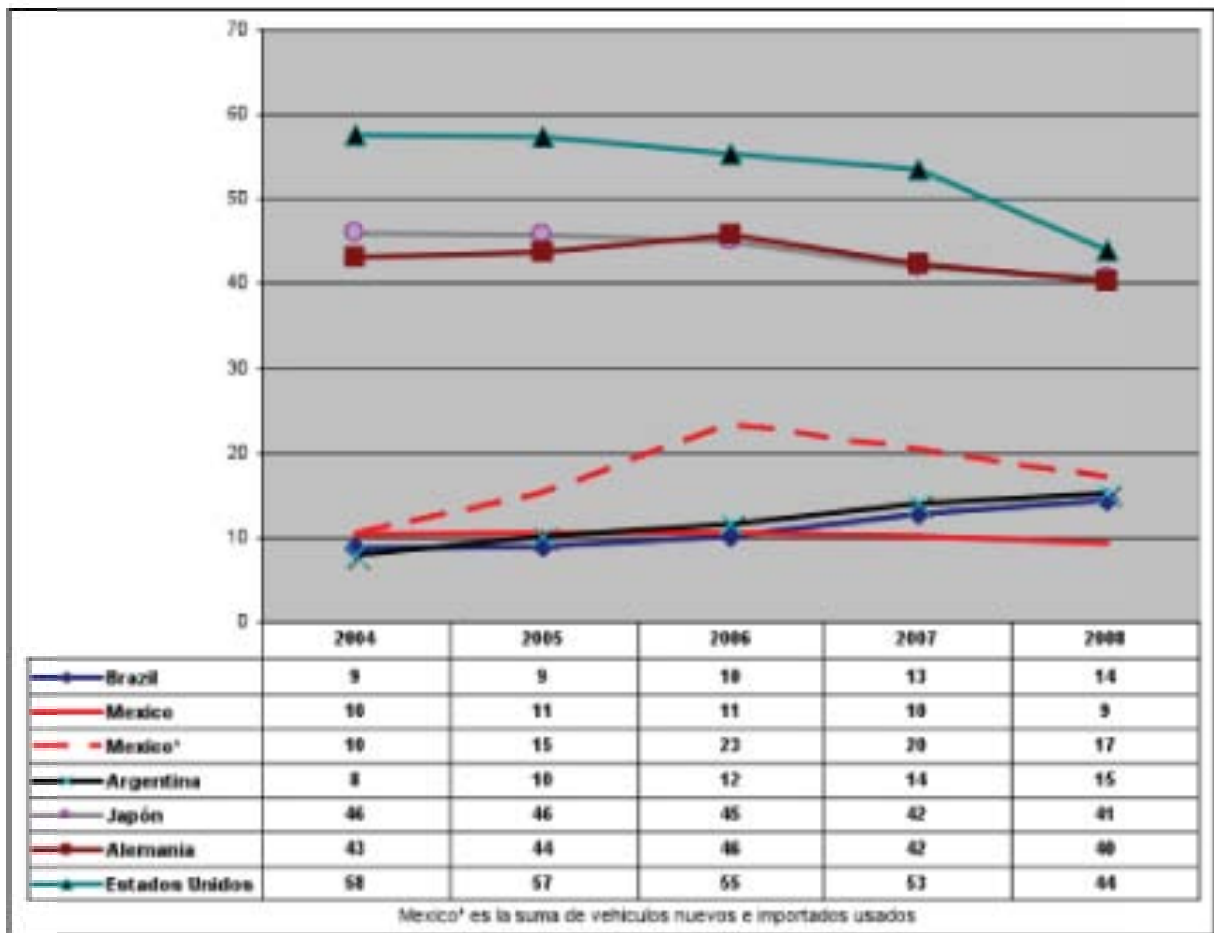


Fig 11. Número de vehículos vendidos por cada mil hab. Fuente AMIA

En la figura 11 se puede comparar con años anteriores. El número de vehículos nuevos disminuyó en 10% con respecto a 2007. La suma de nuevos e importados usados también disminuyó de 20 a 17 de 2007 a 2008. Sin embargo, la



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



diferencia se incrementó entre 2004 y 2006. Es decir, mientras la venta de vehículos nuevos permaneció casi constante entre 2004 y 2008, la cantidad de vehículos importados usados creció hasta un 130%<sup>15</sup>.

Se prevé que a raíz de este decreto y en conjunción con la situación económica actual, la tasa de importaciones de vehículos usados se vea incrementada considerablemente.

Desde el adelanto en la ejecución de este tratado en 2005, han sido importados 4.5 millones de vehículos usados.

En México, tradicionalmente, los VFVU's son reunidos en los llamados deshuesaderos. No existe un dato sobre la cantidad de deshuesaderos legales e ilegales que existen en el territorio nacional.

Tampoco existe información sobre la cantidad de vehículos que se encuentran en estas instalaciones ni en qué condiciones se encuentran. Los vehículos que se encuentran en los deshuesaderos, por lo general, no cuentan con ningún

---

<sup>15</sup> AMIA





tratamiento de descontaminación. Esto quiere decir que no le son extraídos combustibles, aceites y otros fluidos potencialmente tóxicos que pueden escapar y llegar a contaminar los suelos, aguas subterráneas y la atmósfera.

### 3.3 Situación nacional vs situación internacional

La Directiva 53 de la Unión Europea ha promovido a nivel internacional el desarrollo de programas que gestionen integralmente los VFVU's. Como se vio en el ámbito internacional, ya existen muchos programas que han logrado un buen nivel de éxito financiero y medioambiental.

Al no existir en México una regulación similar, quedan sin promoción programas que podrían dar solución a la gestión de VFVU's. Incluso los fabricantes, que en otros países con severas regulaciones, hacen grandes esfuerzos e inversiones para la gestión de VFVU's, en México simplemente no aplican las mismas políticas.



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



Otro factor importante en el retraso nacional con respecto a estos programas, es la situación económica. Esta fuera del alcance de la mayor parte de la población la adquisición de vehículos nuevos.

No existen políticas por parte del gobierno o de las empresas fabricantes de autos que promuevan la renovación del parque vehicular.

Un último factor relevante de contraste es la cultura. En México no se ha desarrollado una cultura por el cuidado del medio ambiente, ni por el reciclaje. Un vehículo es utilizado hasta el momento en que no puede funcionar más. Sin importar que ese vehículo puede contaminar hasta un 300% más que un vehículo nuevo.

### 3.4 Responsabilidad

Dada la falta de regulación en México para la gestión integral de VFVU's, la iniciativa para la creación de un programa REP



debería ser promovida voluntariamente por los integrantes de la industria automotriz.

Asociaciones como la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz y la Asociación Mexicana de Distribuidores de Automotores deben promover entre sus agremiados la creación de una organización que se encargue del desarrollo y operación del programa.

La influencia de la industria a nivel nacional puede ser el catalizador que genere en el gobierno la necesidad de crear las regulaciones adecuadas para el buen funcionamiento del programa.

Se ha visto que sí las asociaciones de productores generan una organización encargada y respaldada por el gobierno, promoviendo que pueda trabajar a nivel nacional sin competencia, el resultado puede llegar a ser financieramente rentable, mientras se ocupan de la gestión de residuos y la disminución de la explotación de los recursos.



### 3.5. Medidas alternativas

Las herramientas de la política medioambiental pueden ser divididas en tres clases: regulaciones directas, instrumentos económicos e instrumentos persuasivos.

Siendo las asociaciones de productores las directamente responsables del desarrollo del programa REP y sin regulaciones gubernamentales directas, las medidas requeridas deberían ser la combinación de instrumentos económicos y persuasivos.

Es decir, deben encontrarse motivaciones económicas que junto con una campaña de integración del público en general, logren incentivar a la industria para el desarrollo del programa

Se debe involucrar de manera activa al gobierno en el desarrollo del programa. A través del gobierno se busca fomentar medidas de tipo fiscal que incentiven por una parte a los usuarios para que compren vehículos nuevos y dejen en las instalaciones de reciclaje sus vehículos usados. Por el lado de los productores, también los estímulos fiscales



deberán promover la utilización de porcentajes de materiales reciclados en la fabricación de los vehículos.

Ha funcionado en algunos programas, la implementación de cuotas sobre el registro de vehículos nuevos, en previsión del costo por su reciclaje. En otros casos, la cuota es cobrada sobre el vehículo cuando es llevado a las instalaciones de reciclaje. Finalmente, otra fórmula probada es cargar los costos a las partes extraídas de los vehículos y que pueden ser vendidas como partes de repuesto.

La factibilidad política, económica y social de estas opciones debe ser evaluada exhaustivamente.

### 3.6. Competencia

Los casos de éxito dictan que la mejor manera de manejar la competencia a nivel nacional ha sido dejar que una sola organización se encargue de todo el trabajo.



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



Sin embargo, estos casos de éxito se refieren a países europeos en general. En México, dada su extensión territorial, es más posible que se haga una regionalización para que cada organización se encargue del reciclaje en una parte del territorio nacional.

Para hacer esta regionalización es necesario hacer un análisis sobre la densidad geográfica de la disposición de vehículos fuera de uso. Se debe conocer la accesibilidad a los recursos y las distancias que representaría su recolección.

Los deshuesaderos serán la primera y más grande fuente de VFVU's, por ello se debe conocer cuál es su disposición geográfica y la cantidad y tipo de vehículos que se encuentran en ellos.

También debido a la situación geográfica de México, es de suponer que los costos por la recolección de vehículos serán muy dispares. Es por esto que la competencia a nivel nacional puede no ser económicamente justa. En las regiones donde este costo sea más elevado se debe buscar el acercamiento a las fuentes de vehículos.



En el caso de la competencia a nivel internacional, México se encuentra en clara desventaja. Ya que Estados Unidos y Canadá están más adelantados en el desarrollo del programa. Para nivelar la balanza se debe recurrir nuevamente al gobierno, para que imponga medidas que promuevan la utilización de los productos del reciclaje nacional, sobre materias primas vírgenes provenientes del extranjero.

Es necesario hacer un análisis profundo de la factibilidad de esta propuesta y de las consecuencias económicas y sociales que pueda tener. Sin embargo, es una propuesta que en principio deberá promover el consumo de materias y producción nacional, que beneficia a la economía interna y repercute en la balanza comercial.

### 3.7. Medidas del éxito

Es fundamental analizar en prospectiva y retrospectiva el avance del proyecto. Para medir el éxito del programa se



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



deben establecer los indicadores y parámetros que se van a considerar, y establecer los estándares mínimos que se deben lograr, así como el tiempo límite para llevarlos a cabo.

En primer lugar, en cuanto a minimización y prevención de generación de residuos los indicadores son: cantidad de desperdicios exitosamente reciclados y cantidad de residuos que llegan a disposición final.

Para medir el impacto medioambiental y socio-económico de la reducción de residuos se han desarrollado técnicas muy complejas. Pero una medida relativamente sencilla es mediante el concepto de mochila ecológica.

También este concepto requiere un profundo análisis, pero básicamente se mide cuanto desperdicio se crea durante el ciclo de vida de un producto. Sí, por ejemplo, la un vehículo actualmente genera 1500 kg de residuos, y la reducción en la extracción de hierro en la producción de acero, disminuye debido al uso de materiales reciclados, entonces esta cantidad debe disminuir en cierto grado.





La determinación de cuál debe ser la cantidad que debe disminuir es el punto crucial de este análisis.

El análisis de costo beneficio es aún más difícil de cuantificar. Es seguro que al inicio de operaciones del programa, éste tendrá un costo elevado. Sin embargo, deben entrar en juego las técnicas de valoración de servicios ambientales. El desarrollo de estas técnicas es objeto de largos debates a nivel internacional, pero están avanzando rápidamente. Un consultor experto en estas técnicas debe poder hacer este análisis de manera confiable.

Por último es necesaria la participación pública en el desarrollo del programa. Se le debe vincular tan activamente como sea posible y vigilar atentamente su reacción y aceptación del programa. Esto último se realiza a través de encuestas de opinión tan amplias como sea posible.



## CONCLUSIONES

Las organizaciones en todo el mundo están sujetas a los movimientos de mercado, las economías, las transiciones sociales y políticas y el desarrollo tecnológico. En general, toda organización de cualquier tipo debe adaptarse a los cambios de su entorno.

Uno de los grandes cambios que se está dando a nivel global en las organizaciones es el enfoque hacia la protección del medio ambiente.

La preocupación de la industria automotriz por el medio ambiente incluye muchos puntos de vista. Desde la creación de los autos híbridos, al diseño de vehículos que incluyan en su construcción un porcentaje de materiales reciclados.

Los programas REP son una propuesta para la gestión de los vehículos al final de su vida útil que integra a la mayor cantidad de personajes en esta responsabilidad. También integra a todo el proceso productivo. Por ello la logística



inversa juega un papel importante en el desarrollo del programa.

A través de posteriores y detallados análisis y desarrollo de la logística inversa requerida para el programa REP, se deben poder agregar los elementos operativos.

La fase 1 del programa REP es tan sólo una introducción a su desarrollo. Para las siguientes fases es necesario el involucramiento directo de la industria automotriz.

La generación e implementación del programa REP completo debe ser un esfuerzo a nivel nacional que involucre y cree conciencia de su importancia en cada persona y organización.

Un programa de tal magnitud debe ser considerado directamente un problema ligado a la planeación estratégica. Ya que deben ser generados y analizados los escenarios, tendencial y deseado. También deben ser planteados objetivos y metas consistentes con dichos escenarios.



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



La ingeniería industrial como integradora de muchas disciplinas ligadas al desarrollo tecnológico, análisis y aplicación del conocimiento, debe ser líder en el desarrollo e implementación de este programa.



## MESOGRAFÍA

1877 End of Life Vehicles.

<<http://www.1877endoflifevehicles.com>>

AIRA. Associazione Industriale Riciclatori Auto.

<<http://www.airaassociazione.it>>

AMIA. Asociación Mexicana de la Industria Automotriz.

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

ANAYA TEJERO, Julio Juan. Logística Integral. La Gestión Operativa de la Empresa. Segunda Edición. ESIC Editorial. España, 2006.

ANFAC. Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones. <<http://www.anfac.es>>

BAÑEGIL PALACIOS, Tomás y RUBIO LACOPA, Sergio. Sistemas de Logística inversa en la Empresa. Universidad de Extremadura. España, 2003.

BOWERSOX, Donald, et al. Administración y Logística en la Cadena de Suministros. Segunda Edición. McGraw-Hill Interamericana. México, 2008.

Directiva 2006/12/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. Diario Oficial de la Unión Europea de 5 de abril de 2006, relativa a los residuos.

Directiva 2000/53/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. Diario Oficial de la Unión Europea de 18 de



septiembre de 2000, relativa a los vehículos al final de su vida útil.

DAUGHERTY, Patricia, et al. Reverse Logistics in the Automobile Aftermarket Industry. Estados Unidos, 2003.

El Sector de Autopartes en México: Los retos de calidad y desarrollo de tecnología. Secretaria de Economía. Aguascalientes, 2006.  
<<http://www.simet.gob.mx/automotriz/ags/presentaciones/Bloque%201/1.5%20El%20sector%20autopartes.pdf>>

Extended Producer Responsibility. A Prescription for Clean Production, Pollution Prevention and Zero Waste. Grassroots Recycling Network, 2003.  
<<http://www.grrn.org/>>

EPR Working Group.  
<[http://www.eprworkinggroup.org/epr\\_principles\\_aug-2003.pdf](http://www.eprworkinggroup.org/epr_principles_aug-2003.pdf)>

Friends of Earth Europe. Extended Producer Responsibility.  
<[http://www.foeeurope.org/publications/2006/Extended\\_Producer\\_Responsibility.pdf](http://www.foeeurope.org/publications/2006/Extended_Producer_Responsibility.pdf)>

JIMÉNEZ, José Elías. Cadena de suministro del sector automotriz: complejidad virtual. Instituto Mexicano del Transporte. Publicación mensual de divulgación externa. Núm 11, abril 2008, artículo 1



JUÁREZ NÚÑEZ, Humberto, et al. Coordinadores. El Auto Global. Desarrollo, Competencia y Cooperación en la Industria del Automóvil. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Universidad Iberoamericana, Ciudad de México. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Primera Edición. México, 2005.

ISHII, Kosuke, et al. Design for Product Retirement and Material Life-Cycle. Ohio, Estados Unidos, 1994.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación. México, 8 de octubre de 2003.

MEADOWS, Donella H., et al. Beyond the Limits: Confronting Global Collapse Envisioning a Sustainable Future. Chelsea Green Publishing Company, 1992.

OICA. Organización Internacional de Fabricantes de Automóviles. <<http://www.oica.net>>

OCDE. Extended and Shared Producer Responsibility. Phase 2. Group on Pollution Prevention and Control. París, Francia, 1998.

OCDE. Pollution Prevention and Control Extended Producer Responsibility in the OCDE Area. Phase 1 Report. París, Francia, 1996.



CAROLINA TREJO ARÉYZAGA



PÉREZ, Ana. RODRÍGUEZ, Miguel Ángel. SABRIÀ, Federico. Logística Inversa. Primera Edición. Marge Design Editors, SL. Instituto de Logística Iberoamericano. Centro Intermodal de Logística, SA. España, 2003.

Reverse Logistics Executive Council.  
<<http://www.rlec.org/index.html>>

RevLog. The European Working Group on Reverse Logistics.  
<<http://www.fbk.eur.nl/OZ/REVLOG/welcome.html>>

RUBIO, Sergio. El Sistema de Logística Inversa en la Empresa: Análisis y aplicaciones. España, 2003.

RUSSO, IVAN y BORGUESI, Antonio. Servizio al Cliente e Gestione dei Resi: un Ulteriore Legame tra Marketing e Logistica Lungo la Supply Chain. Società Italiana di Marketing. Octubre, 2007.

SIGRAUTO. Asociación Española para el Tratamiento Medioambiental de los Vehículos Fuera de Uso.  
<<http://www.sigrauto.com>>

SIGRAUTO. Memoria 2008.

SIMET. Sistema de Información Metrológica. El sector autopartes.  
<<http://www.simet.gob.mx/automotriz/ags/presentaciones/Bloque%201/1.5%20El%20sector%20autopartes.pdf>>





TASSEY, Gregory, et al. Interoperability Cost Analysis of the U.S. Automotive Supply Chain. Research Triangle Institute. Marzo, 1999.

TOJO, Naoko, et al. EPR Programme Implementation: Institutional and Structural Factors. Organisation for Economic Co-operation and Development. París, Francia, 2001

WOMACK, James, et al. The Machine that Changed the World. Nueva York, Estados Unidos, 1990.

ZANDIN, Kjell. Maynard Manual del Ingeniero Industrial. Quinta Edición. McGraw-Hill Interamericana, 2005.



## ANEXOS

## Anexo 1 Producción de vehículos automotores

Periodo	Total	Automóviles	Camiones, tractocamiones y autobuses integrales
2007	139,261	106,480	32,781
	156,704	110,331	46,373
	175,563	113,259	62,304
	153,375	100,052	53,323
	183,863	119,664	64,199
	197,839	130,126	67,713
	155,326	105,117	50,209
	221,913	145,257	76,656
	185,776	129,854	55,922
	205,259	139,440	65,819
	190,881	129,908	60,973
	131,210	87,177	44,033
	2008	172,335	107,852
180,177		110,024	70,153
156,980		90,050	66,930
194,447		114,095	80,352
184,284		116,312	67,972
195,922		124,849	71,073
150,649		106,159	44,490
210,549		137,773	72,776
195,268		130,840	64,428
220,123		149,080	71,043
175,739		114,939	60,800
127,244		79,137	48,107



## INGENIERÍA INDUSTRIAL



2009	84,749	49,433	35,316
	109,961	69,123	40,838
	105,947	63,696	42,251
	103,846	67,818	36,028
	111,025	87,148	23,877

NOTA:

FUENTE: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, A.C. y Asociación Nacional de Productores de Autobuses, Camiones y Tractocamiones, A.C.

Incluye la producción destinada a la exportación.



## Anexo 2 Producción de vehículos automotores. Comparativo internacional

País	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Alemania	10.7	10.1	9.5	10.1	9.3	9.1	8.6	8.7	8.4	8.5
Argentina	0.9	0.5	0.6	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
Australia	0.7	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5
Bélgica	2	1.8	1.8	2.1	1.8	1.5	1.4	1.4	1.3	1.1
Brasil	2.9	2.4	2.9	3.2	3	3	3.6	3.8	3.8	4.1
Canadá	4.1	5.4	5.1	4.5	4.5	4.2	4.2	4	3.7	3.5
China	3	3.3	3.5	4.1	5.6	7.3	8.1	8.6	10.4	12.1
España	5.3	5.1	5.2	5.1	4.8	5	4.7	4.1	4	4
Estados Unidos	22.4	23.2	21.9	20.3	20.8	20	18.6	18	16.3	14.7
Francia	5.5	5.7	5.7	6.4	6.1	6	5.7	5.3	4.6	4.1
República de la India	1	1.5	1.4	1.4	1.5	1.9	2.3	2.5	2.9	3.2
Indonesia	0.1	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.8	0.4	0.6
Reino Unido	3.7	3.5	3.1	3	3.1	3	2.9	2.7	2.4	2.4
Irán	0	0.2	0.5	0.6	0.8	1	1.2	1.2	1.3	1.4
Italia	3.2	3	3	2.8	2.4	2.2	1.8	1.6	1.8	1.8
Japón	18.8	17.6	17.4	17.4	17.4	17	16.3	16.2	16.6	15.9
Corea del sur	3.6	5.1	5.3	5.2	5.3	5.2	5.4	5.6	5.5	5.6
Malasia	0.3	0.5	0.5	0.6	0.7	0.6	0.7	0.8	0.7	0.6



INGENIERÍA INDUSTRIAL



México	2.7	2.7	3.3	3.3	3.1	2.6	2.4	2.5	3	2.9
Holanda (Países bajos)	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2
Polonia	0.9	1	0.9	0.6	0.5	0.5	0.9	0.9	1	1.1
Republica checa	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.9	1.2	1.3
República Eslovaca	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.3	0.3	0.4	0.8
Rumania	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3
Federación de Rusia	1.9	2.1	2.1	2.2	2.1	2.1	2.1	2	2.2	2.3
Confederación Suiza	0.9	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Sudáfrica	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.7
Tailandia	0.3	0.6	0.7	0.8	1	1.2	1.4	1.7	1.7	1.8
Taiwán	0.8	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.4	0.4
Turquía	0.6	0.5	0.7	0.5	0.6	0.9	1.3	1.3	1.4	1.5
Ucrania	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.6
Otros países	1.4	0.3	0.4	0.7	0.9	0.5	0.8	1	1.1	1.1

NOTA: La suma de las cifras parciales puede no coincidir con el total debido al redondeo.

FUENTE: Organización Internacional de Constructores de Automoviles (OICA).



## Anexo 3 Vehículos de motor registrados en circulación

Periodo	Automóviles	Camión de pasajeros	Camión de carga
2007	16419100	268645	7446736
	16514870	269742	7479646
	16610962	270842	7512748
	16707307	271945	7545999
	16803944	273051	7579415
	16900856	274160	7612992
	16998056	275272	7646731
	17095564	276387	7680645
	17193357	277506	7714740
	17291467	278628	7749037
	17389892	279753	7783535
	17488740	280881	7818275
	2008	17545236	281647
17595230		282431	7901883
17640844		283304	7939084
17687797		284181	7979063
17737751		285152	8018987
17785340		286193	8057312
17834394		287697	8097550
17882632		288710	8139335
17927067		289577	8174699
17974308		290295	8213153
18018629		291031	8248972
18077914		291983	8292882
2009	18118353	292492	8322977
	18154063	293133	8349735



## INGENIERÍA INDUSTRIAL



	18191674	293643	8377677
	18220936	294127	8400865
	18251298	294487	8424919

FUENTE: INEGI. Con base en la cifras proporcionadas por los Gobiernos de los Estados.



## Anexo 4 Vehículos nuevos registrados. Comparativo internacional

Unidades en miles

País	2005	2006	2007
Total	66,482	69,223	73,153
Alemania	5,758	5,820	6,213
Argentina	320	432	545
Australia	395	331	335
Bélgica	927	918	834
Brasil	2,531	2,611	2,971
Canadá	2,688	2,572	2,578
China	5,708	7,189	8,882
España	2,752	2,777	2,890
Estados Unidos	11,947	11,264	10,781
Francia	3,549	3,169	3,016
República de la India	1,639	2,020	2,307
Indonesia	501	297	413
Reino Unido	1,803	1,648	1,750
Irán	817	904	997
Italia	1,038	1,212	1,284
Japón	10,800	11,484	11,596
Corea del sur	3,699	3,840	4,086
Malasia	563	503	442
México	1,666	2,069	2,097
Holanda (Países bajos)	181	159	139
Polonia	613	715	785
Republica	602	855	939





## INGENIERÍA INDUSTRIAL



checa			
República Eslovaca	218	295	571
Rumania	195	214	242
Federación de Rusia	1,355	1,508	1,660
Confederación Suiza	339	333	366
Sudáfrica	525	588	534
Tailandia	1,123	1,194	1,287
Taiwán	446	303	283
Turquía	879	988	1,099
Ucrania	216	295	403
Otros países	671	738	829

NOTA: la suma de las cifras parciales puede no coincidir con el total debido al redondeo.

FUENTE: Organización Internacional de Constructores de Automoviles (OICA). Estadísticas. Para México: AMIA y ANPACT.



## Anexo 5 Tratado de Libre Comercio de América del Norte. Apéndice 300-A-2-24

### Vehículos Usados

México podrá adoptar o mantener prohibiciones o restricciones a la importación de vehículos usados provenientes de territorio de otra de las Partes, con excepción de lo siguiente:

- a. a partir del 1º de enero de 2009, México no podrá adoptar ni mantener una prohibición o restricción a la importación de vehículos originarios usados, provenientes de territorio de Canadá o de Estados Unidos que tengan por lo menos 10 años de antigüedad;
- b. a partir del 1º de enero de 2011, México no podrá adoptar ni mantener una prohibición o restricción a la importación de vehículos originarios usados, provenientes de territorio de Canadá o de Estados Unidos que tengan por lo menos 8 años de antigüedad;
- c. a partir del 1º de enero de 2013, México no podrá adoptar ni mantener una prohibición o restricción a la importación de vehículos originarios usados, provenientes de territorio de Canadá o de Estados Unidos que tengan por lo menos 6 años de antigüedad;
- d. a partir del 1º de enero de 2015, México no podrá adoptar ni mantener una prohibición o restricción a la importación de vehículos originarios usados, provenientes de territorio de Canadá o de Estados Unidos que tengan por lo menos 4 años de antigüedad;
- e. a partir del 1º de enero de 2017, México no podrá adoptar ni mantener una prohibición o restricción a la importación de vehículos originarios usados, provenientes de territorio de Canadá o de Estados Unidos que tengan por lo menos 2 años de antigüedad;



## INGENIERÍA INDUSTRIAL



- f. a partir del 1º de enero de 2019, México no podrá adoptar ni mantener una prohibición o restricción a la importación de vehículos originarios usados, provenientes de territorio de Canadá o de Estados Unidos.